UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES

"DR. MARTÍN CÁRDENAS"

FACTORES QUE DIFICULTAN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN LA COMUNIDAD DE "FLORES RANCHO" DEL MUNICIPIO DE CLIZA

TESIS DE GRADO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

FELIPE LIMA MARCELO MARCIAL

Cochabamba – Bolivia

2015

HOJA DE APROBACIÓN

…….

Ing. M.Sc. Alfredo Duran Nuñez del Prado

TRIBUNAL

……

Ing. M.Sc. Oscar Delgadillo Iriarte

TRIBUNAL

…….

Ing. Agr. Carlos Rojas Ralde

TRIBUNAL

…….

Ing. Jannette Maldonado Murguia

DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES

“Dr. Martín Cárdenas”

DEDICATORIA

A Dios por guiarme el camino adecuado y el brillar de la naturaleza al amanecer de todos los días,
A mis padres: Cecilio Felipe y Emeteria Lima, quienes por su gran esfuerzo y sacrificio me dieron la oportunidad de encaminar un camino adecuado.

A mis queridos hermanos: Hugo, Ricardo B. y su esposa Martha Balderrama y su hijita Nayeli Camila por el apoyo incondicional.

A mi padrino de la 1° Comunión Juan Germán Cuevas M.

Mis padrinos Edwin Álvarez y Claudina Mamani e hijos.

A mis queridos Tío (as) Primos (as), Sobrinos (as) por el apoyo constante con buenos consejos que me guiaron por un camino adecuado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento, a las personas e instituciones que me brindaron su apoyo y colaboración en el siguiente trabajo de investigación:

A la Universidad Mayor de San Simón, en especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas, y Pecuarias, por la formación académica que me brindó en sus aulas y laboratorios.

A todos los docentes y autoridades de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias por la formación académica.

A Centro Andino para la Gestión y Uso de Agua (Centro AGUA), a la universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, a la universidad de Calgary de Canadá a través del proyecto " Empoderamiento de actores locales para el manejo sostenible de aguas subterráneas", que me dieron la oportunidad de otorgarme una Beca para la elaboración del presente trabajo de investigación.

A los Ing. M.Sc. Alfredo Durán, Ing. M.Sc. Oscar Delgadillo y al Ing. Carlos Rojas, por el apoyo y el asesoramiento en torno a la investigación.

A todo el personal de Centro AGUA, especialmente a los Ing. Jhylmar Ortiz, Ing. Efrain Solis, Ing. Anibal Mayta, por el apoyo en la investigación

A mis amigos y amigas: Alejandro Jaimes, Iván Morales, Víctor Hugo Pedraza, Silvia Marca, Alizon Vaca, Carmen Vázquez, Jhovana Vasco, Alex Sevillano, Jhamil Americano Beymar Candi, Marvin Sandoval por la amistad y apoyo en la vida universitaria.

A la Asociación de Regantes de la comunidad de Flores Rancho del Municipio de Cliza, al Lic. Abdon Suyo, Don Gregorio Medina, Don Guillermo Veizaga y a toda su directiva, por abrirme las puertas para realizar la investigación.

RESUMEN

La presente investigación, pretende contribuir a fortalecer los procesos de innovación tecnológica en riego, a fin de aprovechar de forma más sostenible la oferta del agua subterránea en los Valles de Cochabamba, a partir del análisis de los factores que impiden el funcionamiento del sistema de riego por aspersión implementado en la comunidad de Flores Rancho del Municipio de Cliza. La metodología de investigación, se basó en la caracterización hidráulica del sistema de riego por aspersión, mediciones de campo y recorridos del sistema, además de entrevistas a los socios, dirigentes y autoridades de la región. La información se almacenó y sistematizó con el apoyo de una base de datos, para facilitar la elaboración del reporte final.

Los resultados de la investigación, determinan las dificultades de la innovación tecnológica del riego por aspersión, por diversos motivos, entre los cuales resaltan la falta de conocimiento técnico a nivel de infraestructura y gestión, por parte de los usuarios, que se refleja en dificultades para re-definir los derechos de agua, modalidad de distribución, tareas de operación y mantenimiento, que a su vez se traducen en que la organización de regantes no cuente con las capacidades necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema.

Otro aspecto que dificulta el cambio de tecnología, es el comparativamente elevado costo de instalaciones, equipos y su mantenimiento, que implican dependencia de entidades externas que provean la asistencia técnica necesaria para mantener el sistema funcionando apropiadamente.

A estos factores internos, se suma el hecho de que no existe una política clara de cómo afrontar desde el Estado las demandas sociales de innovación tecnológica, puesto que en la política de inversión y en el ámbito de acción de las entidades públicas, existen muchas dificultades para apoyar de forma consistente los procesos de diseño, la asistencia técnica, la reposición de equipos, el acompañamiento a las organizaciones de usuarios, factores que en conjunto ponen varias limitaciones a los procesos de cambio tecnológico.

En conclusión, los procesos de diseño e implementación de sistemas de riego por aspersión en la zona de los Valles, se deben de encarar de diferente manera, desde el diseño del proyecto, su implementación y sobre todo asegurando el pleno funcionamiento del sistema con una organización de riego sólidamente constituida.

SUMMARY

This research aims to contribute to strengthening the processes of technological innovation in irrigation, in order to achieve more sustainable supply of groundwater in the valleys of Cochabamba, from the analysis of the factors that avoid the functioning of the sprinkler irrigation system implemented in Rancho Flores, Cliza. The research methodology was based on hydraulic characterization of the sprinkler irrigation system, field measurements and tours along the system, as well as interviews to members, leaders and authorities in the region. The information was stored and systematized with the support of a database to facilitate the preparation of the final report.

The research results show the difficulties of technological innovation of sprinkler irrigation for various reasons, specially the lack of technical knowledge in terms of infrastructure and

management by users, reflected in difficulties in the definition of water rights, water distribution schemes, operation activities and maintenance tasks, which in turn result in the fact that irrigators organization do not have the necessary capacities for optimal system performance. Another aspect that hinders the change of technology is the comparatively high cost of facilities, equipment and its maintenance, involving dependence on external entities that can provide the technical assistance needed to keep the system functioning properly.

These internal factors are worsened by the fact that there is no clear State policy on how to deal with social demands for technological innovation, including the investment policy and the performance of public entities. Therefore, there are many difficulties hampering the processes of design, technical assistance, equipment replacement, support for water users organizations, which together put several limitations to the processes of technological change.

In conclusion, the processes of design and implementation of sprinkler systems in the area of Cochabamba Valley, should be faced differently, from project design, implementation and above all ensuring full operation of the system with an organization irrigation solidly established.

CONTENIDO Pág.

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS. 2

2.1 Objetivo General 2

2.2 Objetivos específicos 2

2.2.1 Sub Preguntas 3

III. HIPÓTESIS 3

IV. MARCO CONCEPTUAL 3

4.1 Sistemas colectivos de riego con pozos 3

4.2 Características de los sistemas colectivos de riego con agua de pozo 4

4.2.1 La organización 4

4.2.2 Derechos de agua 4

4.2.3 Distribución de agua 5

4.2.4 Operación 5

4.2.5 Mantenimiento del sistema 6

4.3 Tecnología de riego como un proceso 6

4.4 Riego presurizado como innovación tecnológica 7

4.4.1 Riego por aspersión 8

4.4.2 Ventajas y desventajas del riego por aspersión 8

4.5 Componentes de un sistema de riego presurizado 9

4.6 Adopción tecnológica como un proceso 10

4.6.1 Elementos que considera la adopción tecnológica 10

4.6.2 Razones que facilitan la adopción de una nueva tecnología 11

A Razones técnicas 11

B Razones sociales 12

C Razones económicas 13

D Razones culturales 14

V. MATERIALES Y METODOLOGÍA 15

5.1 Características del contexto local 15
5.1.1 Ubicación de la zona de estudio 15
5.1.2 Características geográficas 16
5.1.3 Características climáticas 16
5.1.4 Suelo 16
5.1.5 Características socioeconómicas y productivas 19
5.1.6 Características poblacionales 20
5.1.7 Recursos hídricos 20
5.1.8 Agricultura campesina 25
5.1.9 Sistemas de riego tecnificados 25
5.2 Materiales y equipos requeridos. 28
5.3 Metodología 28
FASE N° 1: Preliminar 29
FASE N° 2: Implementación 31
FASE N° 3: Sistematización y análisis de resultados 34
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35
6.1 Estado actual de los pozos perforados 35
6.1.1 Uso del agua 37
6.1.2 Caudales explotados de los pozos 39
6.1.3 Volúmenes explotados por los pozos 40
6.2 Características de gestión e infraestructura del sistema de riego colectivo con pozo, en la comunidad de Flores Rancho 41
6.2.1 Infraestructura de un sistema de riego colectivo a partir de pozos 43
A Pozos del sistema de riego 46
B Bomba del sistema de riego 51
C Canales del sistema de riego 52
6.2.2 Gestión de riego por superficie con agua de pozos 55
A Derechos de agua 55
B Organización 57
C Distribución 58
D Operación 59

E Mantenimiento 60
6.3 Características de la infraestructura de riego por aspersión, implementados en el sistema de riego colectivo de la comunidad de Flores Rancho 60
6.3.1 Sistema colectivo de riego presurizado de Flores Rancho 60
6.3.2 Fuente de agua para el sistema de micro riego 61
6.3.3 Deposito de almacenamiento 62
6.3.4 Bomba centrifuga para presurización 64
6.3.5 Infraestructura del sistema de riego por aspersión 66
6.3.6 Aspectos considerados de los diseños agronómicos del sistema de riego por aspersión 74
Requerimientos de agua 74
Agua total disponible en el suelo 75
Agua fácilmente aprovechable en la zona radicular 75
Agua a ser regada para cubrir la Lámina bruta 76
Intervalo de riego 76
6.4 Componentes de la gestión considerados en el proyecto 77
6.4.1 Derechos de agua 77
6.4.2 Organización planteada según proyecto 78
6.4.3 Distribución 78
6.4.4 Operación 79
6.4.5 Mantenimiento 79
6.5 Razones técnicas y socioeconómicas que están dificultando la adopción del riego presurizado en el sistema de micro riego de Flores Rancho 80
6.5.1 Razones técnicas 81
A Sistema de bombeo y almacenamiento 81
B Actividades de operación en el sistema 83
C Manejo del equipo móvil de riego por aspersión 84
6.5.2 Evaluación de parámetros hidráulicos 87
A Caudales y presiones a nivel de aspersores 87
6.5.3 Factores relacionados a la gestión de sistema 92
A Gestión 93

1 Organización 93
2 Distribución 94
3 Mantenimiento 96
6.5.4 Razones económicas 97
A Costo de adquisición de los EMRAs 97
B Costo de operación y mantenimiento 98

VII. CONCLUSIONES 106

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 109

IX. ANEXOS 112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Marco teórico de la investigación (esquema ilustrativo) 14

Figura N° 2: Ubicación del lugar de estudio 15

Figura N° 3: Mapa de uso actual de la tierra en el Municipio de Cliza 18

Figura N° 4: Principales ríos de Cliza 21

Figura N° 5: Uso de agua de pozos 22

Figura N° 6: Sistema de agua potable de Poza Rancho 23

Figura N° 7: Sistema de riego con fuente de aguas subterráneas 24

Figura N° 8: Sistema de micro riego presurizado en el Municipio de Cliza 27

Figura N° 9: Contacto con la comunidad 30

Figura N° 10: Evaluación de aspersor 32

Figura N° 11: Determinación del caudal con el método volumétrico 33

Figura N° 12: Toma de datos de presión 34

Figura N° 13: Pozos perforados en el Municipio de Cliza 36

Figura N° 14: Uso del agua en pozos de funcionamiento 37

Figura N° 15: Uso de agua de los pozos perforados 38

Figura N° 16: Caudales disponibles en los pozos 39

Figura N° 17: Volúmenes de agua explotados mensualmente en el Municipio de Cliza 40

Figura N° 18: Sistema de riego Flores Rancho 43

Figura N° 19: Sistema de riego de Flores Rancho en el Municipio de Cliza 44

Figura N° 20: Fuente de agua de la comunidad de Flores Rancho 45

Figura N° 21: Componentes típicos de un pozo de riego 46

Figura N° 22: Construcción de pozo de riego de Flores Rancho 49

Figura N° 23: Descenso de niveles estáticos y dinámicos en función del tiempo 50

Figura N° 24: Canales de conducción de agua de pozos 53

Figura N° 25: Sistema de riego tradicional (canales de conducción) 54

Figura N° 26: Sistema de riego mixto (riego tradicional y riego por aspersión) 62

Figura N° 27: Tanque de almacenamiento de agua 63

Figura N° 28: Depósito propuesto por el proyecto de 12000 l 64

Figura N° 29: Características de la bomba centrifuga 65

Figura N° 30: Reparación de la bomba 66

Figura N° 31: Sistema de red distribuido por toda el área regable 67

Figura N° 32: Cámaras de distribución del sistema de riego de Flores Rancho 68

Figura N° 33: Hidrante de conexión 70

Figura N° 34: Mangueras de lona de distinto tamaño 71

Figura N° 35: Acoples de aluminio para sistemas de riego con mangueras de lona 71

Figura N° 36: Porta aspersor más acople rápido 72

Figura N° 37: Componentes de un aspersor de impacto 72

Figura N° 38: Determinación de ETc medio 75

Figura N° 39: Demanda de riego por el cultivo 77

Figura N° 40: Esquema de operación del sistema de riego por aspersión 82

Figura N° 41: Manejo de los equipos móviles de aspersión 85

Figura N° 42: Ubicación de los hidrantes más alejados dentro la red principal 88

Figura N° 43: Costo de operación y mantenimiento del sistema en 10 años de uso 102

Figura N° 44: Costos de operación y mantenimiento de la bomba sumergible 104

Figura N° 45: Comparación de tarifas de dos sistemas de riego antiguo y nuevo 105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Análisis físico y químico de suelos de Cliza 17

Tabla N° 2: Uso actual de la tierra en el Municipio de Cliza 19

Tabla N° 3: Cultivos predominantes en el Municipio de Cliza 19

Tabla N° 4: Características de las fuentes de agua a nivel Flores Rancho 42

Tabla N° 5: Descripción de pozos cuando se diseño 47

Tabla N° 6: Datos técnicos en tres distintos años del pozo de Flores Rancho 48

Tabla N° 7: Detalles de los derechos de funcionamiento del sistema 56

Tabla N° 8: Conformación de la directica y funciones 57

Tabla N° 9: Características de la distribución del agua de los pozos 58

Tabla N° 10: Tres mangueras de lona de distinto tamaños 70

Tabla N° 11: Característica de aspersores utilizados en sistema de micro riego 73

Tabla N° 12: Célula de cultivo de una campaña de riego 74

Tabla N° 13: Eficiencia de riego 76

Tabla N° 14: Tiempo de llenado de los dos tanques de almacenamiento 83

Tabla N° 15: Descripción de la operación en sus diferentes estamentos 86

Tabla N° 16: Caudales y presiones obtenidos con tres hidrantes 89

Tabla N° 17: Caudales y presión obtenida con dos hidrantes 89

Tabla N° 18: Caudales obtenidos con un hidrantes 90

Tabla N° 19: Comparación de datos de campo con datos del fabricante 90

Tabla N° 20: Tiempo de vaciado de los depósitos 91

Tabla N° 21: Distribución del riego actual y futuro 94

Tabla N° 22: Costo de equipos móviles para un determinado aspersor 98

Tabla N° 23: Costos de mantenimiento de las bambas 99

Tabla N° 24: Costo de las bombas 100

Tabla N° 25: Pago de servicios del Motorista 101

Tabla N° 26: Costo de operación del sistema de riego por aspersión 101

Tabla N° 27: Costo de operación y mantenimiento del sistema actual 103

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo N° 1: Ficha de entrevistas sombre el sistema de riego actual 112

Anexo N° 2: Diagnóstico de los sistemas de riego presurizado 117

Anexo N° 3: Coeficientes de cultivo kc para valles..... 119

Anexo N° 4: Recalculo del diseño agronómico 122

Anexo N° 5: Perdidas de carga por fricción 123

Anexo N° 6: Planillas de evaluación..... 124

Anexo N° 7: Característica de los aspersores 128

Anexo N° 8: Análisis de costos..... 129

I. INTRODUCCIÓN

El Municipio de Cliza, localizado en el Valle Alto de Cochabamba, se caracteriza por ser una zona con alta productividad agrícola, cobrando una mayor importancia el tema de uso eficiente del agua para riego. En este marco las Asociaciones de regantes y el Municipio, vienen trabajando en el fortalecimiento del proceso de tecnificación de riego a través de proyectos de mejoramiento como es el riego presurizado (aspersión o goteo). Sin embargo estos sistemas no cumplen con las expectativas deseadas, siendo que estas obras no cumplen ninguna función social (paralizadas), en este sentido es necesario, determinar las razones o problemas por las cuales no se trabaja con estos sistemas.

En el Municipio de Cliza, las principales fuentes de agua son provenientes de los acuíferos, las cuales, en los últimos años vienen disminuyendo los niveles estáticos y reducción de los caudales de operación haciendo más difícil la explotación del recurso, no pudiendo cubrir la demanda de riego, siendo este un problema de importancia para los agricultores de la zona.

Actualmente, en el Municipio de Cliza existen 170 pozos de riego (Inventario de pozos, 2014), y pese a la gran cantidad que existe, se siguen perforando nuevos pozos, ignorando los peligros inminentes que ya se vislumbran, como la disminución de caudal de los pozos, el descenso de niveles freáticos, entre otros.

Como alternativa, para la disminución de los volúmenes de explotación dentro el municipio se construyó recientemente seis sistemas de riego presurizado en algunas comunidades, con pozos perforados, los mismos fueron entregados el año 2012. Sin embargo, actualmente se utilizan un solo sistema de riego presurizado de los seis y además solamente un 20 % realiza las prácticas con este nuevo sistema, el resto sigue utilizando su sistema tradicional de riego por acequias (inundación).

Por tanto, se desconoce cuáles son los elementos o factores que están impidiendo la adopción de la nueva tecnología de riego por aspersión, en estas comunidades beneficiadas. El presente trabajo de investigación, se justifica por la creciente preocupación en torno a la sobre explotación de acuíferos y las necesidades de lograr mayores ahorros de agua en la agricultura, además de identificar los cuellos de botella que están impidiendo la adopción

de la nueva tecnología en estas comunidades, contribuir a la generación de insumos metodológicos de identificación de factores externos e internos que dificulten el funcionamiento del nuevo método de riego, y plantear lineamientos de apoyo para la alcaldía de Cliza, como estos proyectos deben ser encarados a futuro.

Con lo anteriormente mencionado, el presente estudio de investigación pretende identificar cuáles son los problemas del cambio de la tecnología de riego y poder trazar unos lineamientos de funcionalidad del sistema, tomando en cuenta los procesos técnicos y socioeconómicos de la implementación de sistema de riego tecnificado. A continuación se procederá a la descripción de la presente investigación.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General

El objetivo general de la investigación es:

Contribuir a los procesos de innovación tecnológica en el sistema de riego colectivo de pozos a través de la identificación de factores, que impiden la adopción tecnológica de riego presurizado (aspersión o goteo) en sistemas de riego campesino, tomando como estudio de caso, la comunidad de Flores Rancho del Municipio de Cliza.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la investigación son:

- Estudiar las principales características de la gestión del sistema de riego en sistemas colectivos.
- Identificar los principales problemas técnicos en la adopción de los sistemas por parte de los usuarios.
- Definir algunos criterios sobre la percepción de los usuarios, en el cambio de la forma de aplicación del riego al cultivo, recomendando o ajustando los principales parámetros de riego en campo y contrastarlos con los calculados en el diseño de los sistemas presurizado.

2.2.1 Sub Preguntas

- ✓ ¿Cuáles son las características de gestión e infraestructura de riego colectivo con pozo, en la comunidad de Flores Rancho?
- ✓ ¿Cuáles son las características de la infraestructura de riego por aspersión, implementados en los sistemas riego colectivo en la comunidad de Flores Rancho?
- ✓ ¿Qué elementos de la gestión, fueron considerados en el proyecto?
- ✓ ¿Cuáles son las razones técnicas y socioeconómicas que están dificultando la adopción del riego presurizado en el sistema de micro riego de Flores Rancho?

III. HIPÓTESIS

Los procesos de innovación tecnológica en el sistema tradicional, tiene varias falencias relacionado a la capacidad real de los usuarios en aspectos de conocimiento hidráulico, manejo de equipos y gestión de la nueva infraestructura.

IV. MARCO CONCEPTUAL

4.1 Sistemas colectivos de riego con pozos

Se entiende, por sistema colectivo de riego de agua subterránea, al usufructo del recurso agua por un grupo de personas (regantes) en este uso, están involucrados distintos elementos que son la gestión de agua en este tipo de sistema y otros que está comprendida principalmente por: organizar para la distribución, operar, mantener la infraestructura y la de solucionar conflictos (Cossio y Ampuero, 2007). El sistema de aprovechamiento del agua, está comprendido desde la fuente de agua, infraestructura de aprovechamiento, el área de servicio y el agua excedente que casi no existe en ningún sistema). Todas las actividades de mantenimiento son reguladas, por un grupo de gente o usuarios del sistema, para esto existe las normas y acuerdos en la organización para reparto del agua.

4.2 Características de los sistemas colectivos de riego con agua de pozo

4.2.1 La organización

La organización, en torno al pozo es denominada comité de accionistas de los pozos y la integran todos los beneficiarios. El número de usuarios es variable de acuerdo a la capacidad de la fuente de agua y también al número de personas que requiere el servicio (riego), (Cossio y Ampuero, 2007). Estás organizaciones se conforman, a partir de un pozo perforado de donde se extrae el agua con una bomba sumergible, accionado por electricidad. Su distribución es por canales rústicos, hormigón o tuberías con el objetivo de que el agua de riego llegue a la parcela (terreno y/o cultivo), en la cantidad, oportunidad y frecuencia óptima, buscando obtener una cosecha (Delgadillo, 2000).

La organización en torno al agua, a veces, es uno de los elementos más difíciles, ya que todos los actores centrales (usuarios) tratan de buscar su conveniencia personal y no así de la organización que pretende usar el agua colectivamente, para beneficiar a las mayorías. Generalmente, estas organizaciones persiguen ciertos objetivos, en torno a la utilización del agua.

4.2.2 Derechos de agua

Soliz, (2013) menciona que los derechos de uso del agua en pozo, están estrechamente ligados a la "*Asignación de un volumen de agua expresado en un tiempo determinado, según el aporte en efectivo y mano de obra empleado durante la construcción de las sub sistemas de riego o construcción de las represas"*, esto de manera general para el manifiesto del derecho al agua.

Los derechos al agua en los pozos, tiene su origen en el momento que deciden trasportar agua a las parcelas por canales, los cuales asignan ciertas características o particularidades que ayude a no provocar conflictos entre los agricultores, que demanda riego, volviendo al caso de los pozos, por lo que se consiguió el derecho al agua, por la participación en los costos de perforación, bomba y red eléctrica y por el aporte con mano de obra en la construcción de la red de canales y tuberías. Está inversión está referida principalmente a la perforación del pozo, la compra de equipos y construcción de la infraestructura necesaria para la distribución del agua (Cossio y Ampuero, 2007).

La expresión de sus derechos de agua están en forma de;

- El derecho al usufructo del agua.
- El derecho al uso de la infraestructura de aprovechamiento.
- Coparticipación en la gestión.
- Exclusión de ajenos.
- Enajenación.

Pero también implica, obligaciones como el pago de cuotas, aportes y asistir a trabajos de mantenimiento.

4.2.3 Distribución de agua

En caso de sistemas colectivos de riego, la distribución de agua, se debe realizar de la forma más equitativa y flexible posible entre todos los actores centrales, ya que de ello depende en parte el buen funcionamiento del sistema, entonces como parte de la gestión de riego, la distribución de agua es cuando las reglas y normas se hacen visible y entran en vigencia. (Montaño 2007) Para (Vega 1978), citado por Delgadillo, (2005), los elementos que ayudan a caracterizar la distribución de agua son los siguientes:

- Reparto de agua.
- Operación.
- Acuerdos y organización para la distribución.
- Niveles de distribución.
- Principios campesinos para la distribución.

4.2.4 Operación

La operación de un sistema de aprovechamiento de agua se refiere básicamente al manejo de la infraestructura existente. En sistemas no regulados el requerimiento de operación es menor, en cambio en sistemas regulados es mayor (Vega, s.f.), mencionado por Delgadillo y Lazarte, (2007), dentro las organizaciones colectivamente organizadas, la operación persigue ciertos objetivos comunes, utilizando los recursos disponibles juntamente con la capacidad de grupo para su funcionamiento.

Entonces, la operación dentro estos sistemas dependerán del funcionamiento de la infraestructura, características de la misma, así como de la forma de reparto.

La operación contempla actividades de:

- Apertura, regulación y cierre de compuertas o válvulas.
- Registro de niveles, caudales, tiempos y volúmenes.

4.2.5 Mantenimiento del sistema

El mantenimiento de la infraestructura, es otra de las actividades importantes de la gestión de riego. En todos los sistemas, estas actividades se constituyen en la participación masiva de los usuarios para la conservación de la infraestructura.

El mantenimiento, por lo general, se realizan al inicio del periodo de riego o al finalizar el periodo de lluvias. En algunos sistemas, incluyen un mantenimiento intermedio (Cossio y Delgadillo, 2012).

Las actividades en sistemas colectivos se realizan, con la limpieza de la fuente de agua si es posible o encomiendan el trabajo a técnicos especializados en mantenimiento de pozos, los canales de conducción principal, secundarios si existe previo acuerdo, sin embargo el mantenimiento del resto de la conducción (acequias), lo hacen en función a la ubicación de sus parcelas, es decir, el usuario que riega al final del sistema, participará en el mantenimiento de las obras comunes y además de todo el trayecto del canal hasta llegar a su parcela (Cossio y Delgadillo, 2012).

4.3 Tecnología de riego como un proceso

El término tecnología, deriva de las palabras griegas “techne”, un artefacto -originalmente- y “logos”, pensar o razón, que es, el estudio de algo. Por extensión, entonces tecnología, significa conocimiento sistemático transformado dentro, o hecho por herramientas según Delgadillo, (2003). Entonces, se entenderá como herramientas o sistema de herramientas por medio de los cuales nosotros transformamos partes de un ambiente, derivado del conocimiento humano, para ser usado.

La acción, “Creación o modificación de un producto” en este caso la forma de aplicación de agua hacia los cultivos a través de la aspersión o micro riego, está basada fundamentalmente en la premisa de disminuir las pérdidas de agua hasta un 60% con relación al riego por gravedad, detener el deterioro paulatino de las capas arables de los suelos (erosión por riego), a su vez aumenta el excesivo uso de tiempo, por parte de los regantes, es por esta razones que se busca la incorporación de tecnologías para el uso eficiente del agua de riego.

El proceso de innovación tecnológica, tuvo un componente de transferencia de tecnología como tal (transmitir una tecnología desarrollada al agente receptor que no conoce de dicha tecnología) en sus inicios, cuando el agente externo, proponía un prototipo de riego por aspersión, lo cual en lo posterior después de algunas prácticas experimentales ha sufrido una serie de adecuaciones generados tanto a partir de un agente tecnológico (entidades externas) como a partir de agentes internos (agricultores) según Rodriguez, (2003).

4.4 Riego presurizado como innovación tecnológica

El cambio de métodos de riego por superficie, hacia métodos de riego tecnificado. Como el de aspersión o micro riego está basado fundamentalmente en la premisa de disminuirlas pérdidas de agua, por tanto lograr mayores eficiencias de riego según Delgadillo y Jimenez, (2011).

Por tanto, en el riego presurizado el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se denominan riegos localizados, porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo y de alta frecuencia porque el sistema permite regar desde una a dos veces por día, todos los días o algún día que se necesite, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo (Liotta 2004).

Pero Soto, (2002) menciona que el conocimiento del diseño de los sistemas de riego tecnificado, adolecen la falta de análisis de factores, que son decisivos en el manejo del recurso hídrico en proyectos de tecnificación, entre los principales y de manera general se puede nombrar a la proyección del nuevo sistema en el plano social-cultural que son muy

deficientes y carecen de fundamento propio del lugar, el diseño y manejo hidráulicos son otra parte importante para la construcción de obras de arte, esto conlleva a la no adaptación ni adecuación a los sistemas ya establecidos tradicionalmente ni mucho menos a las características de la zona.

4.4.1 Riego por aspersión

El riego por aspersión, trata de imitar a la lluvia más o menos intensa y uniforme, de manera que el agua infiltre donde cae la gota (Delgadillo, 2010). El proceso de aplicación de agua de un aspersor consiste en un chorro de agua a gran velocidad en el terreno, con la pretensión de conseguir un reparto uniforme entre varios aspersores.

Un sistema de riego por aspersión, es un conjunto de conductos cerrados (tuberías y mangueras) por los cuales el agua es captada de una fuente principal (río, pozo, vertiente, etc.). Que circula a presión en ramificaciones principales y secundarias las cuales están tendidas sobre el terreno de cultivo y/o parcela con el objeto que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae a través de un pulverizador, generada por una bomba o el desnivel del terreno y sale a través de los aspersores con una eficiencia aprovechable del 80 – 85 %. (Tarjuelo, 1991).

4.4.2 Ventajas y desventajas del riego por aspersión

Ventajas:

Las principales ventajas según, Shoch y T. Welch (2013) son:

- Ahorro en mano de obra. Una vez puesto en marcha no necesita especial atención.
- Adaptación al terreno. Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras, permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.
- La eficiencia del riego por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.

Desventajas:

Las principales desventajas según, Shoch y T. Welch (2013) son:

- Daños a las hojas y a las flores; las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.
- Requiere una inversión importante; el depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado, aunque la amortización a medio plazo está asegurada.
- El viento puede afectar; en días de vientos acentuados, el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.

4.5 Componentes de un sistema de riego presurizado

Los componentes de un sistema de riego por aspersión son los siguientes según Rubio, (1994):

Grupo de bombeo; llamado también equipo de bombeo, convierte la energía mecánica en presión dinámica, para la impulsión de cierto caudal de agua, para suministrar al tanque de recepción y al sistema de riego por aspersión.

Tanque de recepción; es una estructura de hormigón armado, que funciona como un reservorio de agua de riego, que está ubicado después del pozo profundo, que tiene la función de suministrar con agua de riego a los aspersores, por medio de las tuberías.

Desarenador; es una estructura ubicado dentro del tanque de recepción que, después de la captación de agua del pozo antes de ingreso a la red conductora, permite la decantación de las partículas pesadas existente en el agua de riego en forma natural.

Tubería de transporte de agua (tubería principal y secundarias); es las que conduce agua a presión a cada una de las tuberías principales y secundarias (ramales) correspondientes a los diferentes tramos. Estos pueden ser de diferentes diámetros según el diseño, tomando en cuenta que debe resistir altas presiones.

Hidrantes; son cámaras de distribución de agua hacia los aspersores, los que permiten el ingreso y carga de agua a cada sector o ramal de riego, donde se alojar válvulas de regulación llamadas llaves de paso.

Aspersores (emisores); un aspersor, es un dispositivo mecánico, que en la mayoría de los casos transforma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío, asperjándolo para fines de riego (Tarjuelo, 2005), las ventajas de un aspersor, es la de expulsar el agua por medio de una cortina, hasta donde sus capacidades de presión lo disponga, siendo esta que influye el tipo de boquilla que tenga la altura del aspersor entre otros.

Elementos auxiliares; son aquella herramienta de instalación, operación, mantenimiento que se utiliza.

4.6 Adopción tecnológica como un proceso

El proceso de innovación puede ser hecho desde la perspectiva del desarrollador de tecnología (modelo de una vía: transferencia de tecnología), considerando el origen científico de la innovación, su desarrollo, y finalmente su entrega a los potenciales usuarios; y también vista desde la perspectiva de los usuarios, el cual resalta las decisiones y acciones concernientes a la incorporación de una nueva herramienta o práctica por los usuarios, sin olvidar las condiciones que rodean a ellos (personal, situacional y externa) (Delgadillo, 2003). Logrando la aplicación de la tecnología que debe ser aceptada de forma linear y gradual (paso a paso) hasta alcanzar la total adopción.

Por otra parte, el proceso de adopción tecnológica es complejo, debido a que no sólo están en juego factores técnico-productivos, sino también una intrincada red de relaciones sociales, donde los agentes involucrados confrontan lógicas distintas, desarrolla actividades muy diferentes y pugnan por lograr un mejor posicionamiento en el campo donde desarrollan su actividad socio-económica según (Caseres y et al, 2007).

4.6.1 Elementos que considera la adopción tecnológica

Los elementos requeridos que constituyen el proceso de adopción de tecnología por parte de productores son:

- **El sujeto:** Que es el que busca el conocimiento de la nueva tecnología (productores agrícolas).
- **El objetivo:** Que es aquello que se pretende conocer de la tecnología (innovación tecnológica del riego).
- **Medios de transferencia:** Aquellos que le permite conocer el objeto (talleres demostrativos, folletos, etc.).

El componente más importante es la ideología de los sujetos, es por esta razón, que en el proceso de transferencia de tecnología, encuentra transformaciones de ideas anteriores a ideas nuevas en una discusión recíproca fortaleciendo el empoderamiento de estas ideas.(Roth y Clementina, 2010). Está relacionado con el comportamiento de una serie de factores, tales como tipos de acceso a los recursos naturales, estructura familiar, patrón de migraciones, principales estrategias de reproducción social, composición política de la comunidad, nivel de organización de los productores, etc. Los cuales tienen una importancia central para comprender los procesos de adopción tecnológica.

4.6.2 Razones que facilitan la adopción de una nueva tecnología

(Caseres et al. 2007) menciona, que las razones, que facilitan la adopción tecnológica se constituyen en un marco explicativo más englobado. Desde la perspectiva del actor (sujeto) en la apropiación de ideologías externas donde, buscando la mejor posición desde la cual se analiza el proceso de adopción en una serie de estudios de aquellas "situaciones de interface, donde distintas visiones se interrelacionan entre sí".

En concreto, los agricultores adoptan aquella tecnología de riego que les sean útiles, accesibles y que se adapte a sus condiciones socio económico, a las características del lugar. Es por esta razón que se plantea cuatro pilares fundamentales:

A Razones técnicas

Las razones técnicas, para la adopción tecnológica, está directamente relacionado con el ahorro de mano de obra de 50 a 60%, en comparación con las antiguas prácticas campesinas, favoreciendo en las actividades que realiza en la agricultura, como ser la aplicación de agua a los cultivos (riego), tomando en cuenta la efectividad de sus tiempos,

el uso de nuevos materiales o implementos entre otros. Es por esta razón, que la adopción toma en cuenta los parámetros hidráulicos como punto de partida, para garantizar la adopción de manera adecuada como ser:

- Caudales.
- Presiones con el método de riego por aspersión.
- Canales o diámetro de tuberías.
- Distancia de los aspersores en el método de riego por aspersión.
- Entre otros.

Sin embargo, según Delgadillo y Jimenez (2011), hay dudas con relación al cambio tecnológico en la práctica, debido a varios factores como ser: altos costos relativos a la implementación (costos iniciales), calidad de agua requerida, restricciones en la entrega de agua, restricciones en el diseño, entre otros, que están limitando o podrían limitar los cambios tecnológicos efectivamente.

Entonces, la capacidad de adquisición de innovaciones tecnologías, frente al conocimiento de sistemas tradicionales, involucra no solo una modificación en la práctica de riego sino cambian los concepto de aplicación de agua a los cultivos tradicionalmente establecido, es decir, que las modificaciones deben ser conceptualizadas al ahorro de agua frente a la armonización con la tecnología, según las condiciones agro ecológicas, sociales, económicas, que caractericen a cada medio en particular según sean los resultados a obtener.

B Razones sociales

Socialmente, los productores agropecuarios, continuamente están inmersos en procesos de cambio tecnológico y la adquisición de ideas nuevas en sus unidades productivas. Esto les permite reformular estrategias productivas, a fin de adecuarlas de una manera más ajustada a los permanentes cambios ambientales, económicos, sociales, que se producen tanto en el interior de sus sistemas, como en el entorno en el cuál desarrollan sus actividades productivas, por esta situación los agricultores buscan un equilibrio dentro la gestión de agua, organización, y sobre todo la distribución del recurso de forma ordenada y eficiente (Alcon 2007).

Por otra parte Callejo y Vásquez, (2007), mencionan que debemos diferenciar la disponibilidad, de la oferta del agua. Entendemos, por oferta de agua, generalmente a la cantidad de agua de diferentes fuentes, que es el resultado de las condiciones hidrológicas o hidrogeológicas en una determinada zona, por ejemplo una cuenca, y que podría ser aprovechada por la gente para diferentes propósitos: riego, agua potable, generación de energía, industria, u otros usos domésticos. La oferta de agua, se podría decir en general que es “lo que ofrece” la naturaleza bajo diferentes condiciones. Esta agua, “puede” ser utilizada, pero todavía no se encuentra “disponible” para su uso.

C Razones económicas

La actividad económica, en las comunidades agrícolas, giran en torno a la agricultura, dentro los cultivos más importantes comercialmente requeridos por los mercados. Estos cultivos representan más del 85% de los ingresos de la familia, el restante, proviene de actividades menores, venta de animales, mano de obra, afirma AMDECO, (2011).

Es por esta razón, es que la adopción de nuevas tecnologías, se hace beneficiosa para los agricultores, obteniendo mayores ganancias a partir de mejorar en la producción agrícola como parte fundamental de su economía sostenible, teniendo que adecuar los ingresos con los egresos de manera que los mismos adoptantes puedan sustentarse económicamente en el proceso de tecnificación del riego, con los diferentes gastos (por ejemplo:, precios, costos de instalación de equipos, etc.) y los cambios que ocurren en la operación y mantenimiento del sistema.

Entre las estrategias, de uso de agua de riego implementadas por los campesinos en zonas de Valle, generan distintos como por inundación, aspersión y goteo, así como las prácticas de manejo del agua en el suelo orientadas a la optimización de este recurso, es decir al ahorro del agua jugando un rol muy importante dentro estos sistemas, tomando en cuenta que la disponibilidad de agua, tanto de las precipitaciones pluviales como de las captaciones para riego, es generalmente inferior a la demanda de agua requerida (Delgadillo y Callejo, 2003).

D Razones culturales

A partir de las razones culturales, en la incorporación de la nueva tecnología, debe adaptarse al sistema social, cultural, sin tomar grandes cambios que frustren la aplicación de estas ideas, las que a su vez no debe competir con creencias o vivencia fuertemente arraigadas en la comunidad, las cuales necesariamente tiene que tomar en cuenta los principios fundamentales:

- Derechos de agua.
- Distribución de agua.
- Turno.
- Frecuencia.
- Operación y mantenimiento.

Por tanto, la investigación, estará enfocada a comprender la operatividad del actual sistema de riego por aspersión, haciendo énfasis en el diseño, la infraestructura implementada, los equipos instalados y la distribución de agua resultante (Figura N°1).

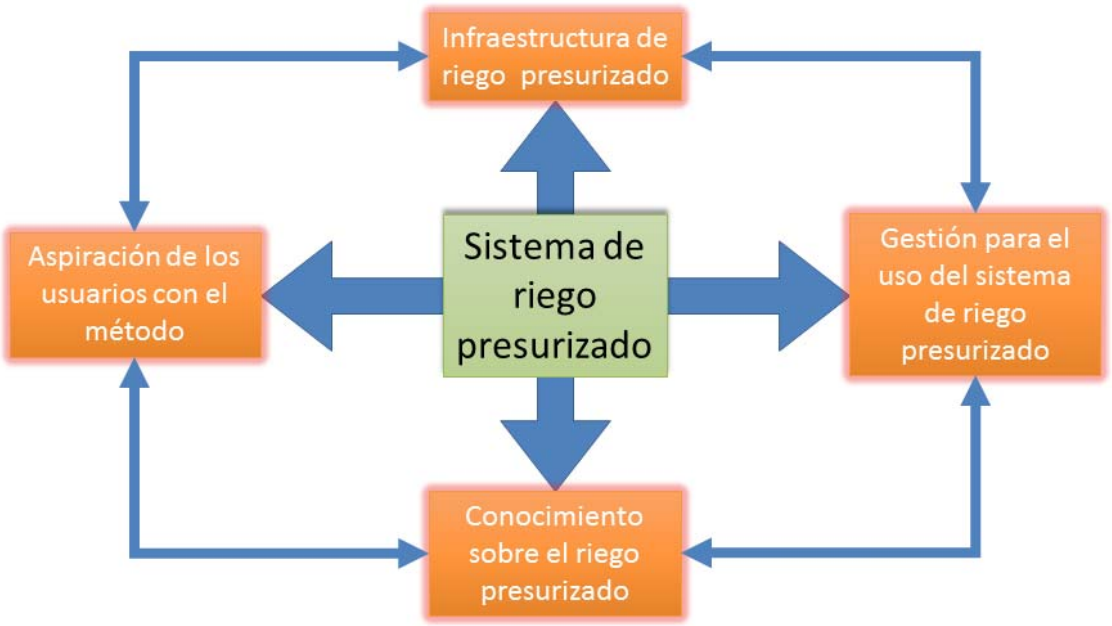


Figura N° 1: *Marco teórico de la investigación (esquema ilustrativo)*

V. MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1 Características del contexto local

5.1.1 Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio, se encuentra ubicada en la parte central de la subregión del Valle Alto del departamento de Cochabamba, dentro el Municipio de Cliza, siendo esta capital de la provincia Germán Jordán, el estudio se realizó más propiamente en la comunidad de Flores Rancho, ubicado al sud de del Valle alto (Figura N° 2).

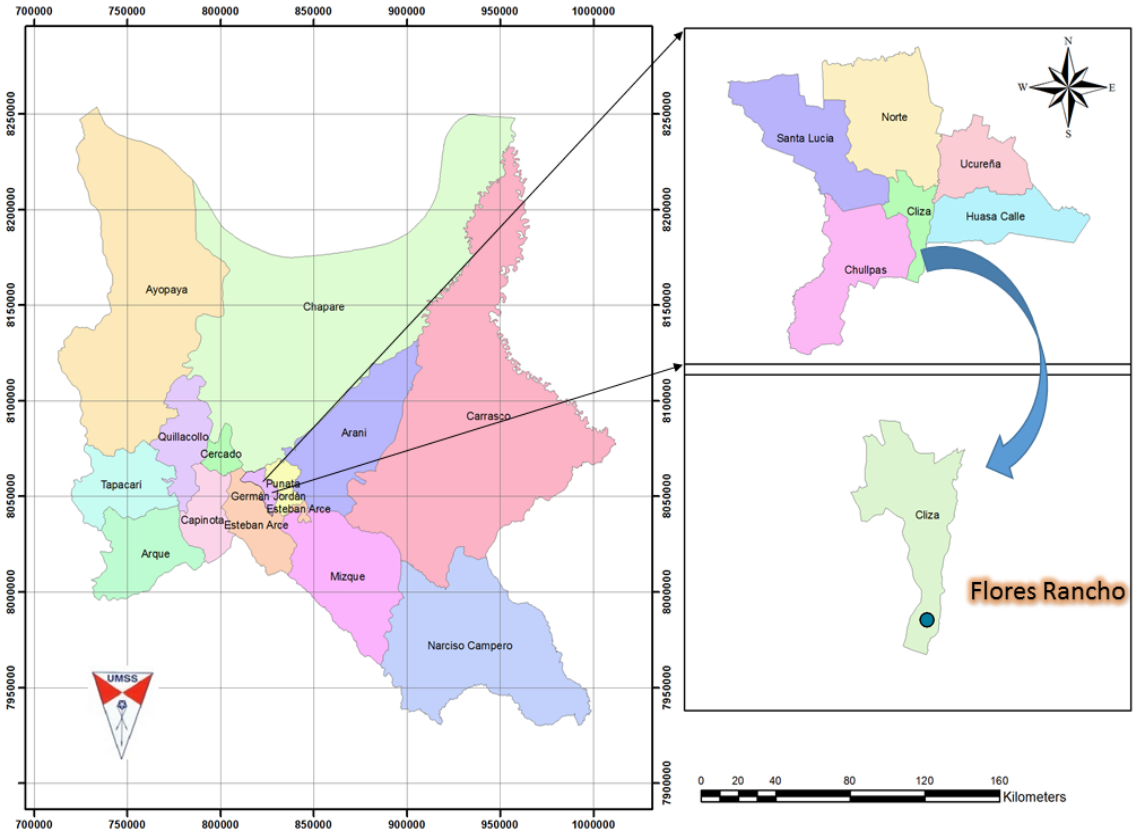


Figura N° 2: *Ubicación del lugar de estudio*

El Municipio se caracteriza por estar en una planicie, rodeada por montañas con una superficie de total de 68,15 km2 y 52 km2 de uso agrícola que comprende el 78 % del total de la región. Al tener una extensión mayoritaria para el uso agrícola una de las características sobresalientes en la zona, es la escasez de agua para el uso de riego, durante

el periodo de estiaje (mayo a noviembre), siendo los meses más críticos para la producción en el sector agrícola del municipio (AMDECO, 2011).

5.1.2 Características geográficas

La zona de estudio, se encuentra ubicada en la parte central de la subregión del Valle Alto de Cochabamba, en la microcuenca de los ríos Siches, Toco y Cliza, las mismas que se ubican en la cuenca del Caine, todos estos ríos se originan en las montañas de las provincias vecinas al municipio de Cliza y son afluentes de las aguas de la represa de la Angostura, cuyas aguas riegan la producción de los Municipios de Cercado, Tiquipaya y Quillacollo, llegando a desembocar al río Rocha, la misma está a una distancia de 37 km de la capital departamental.

Geográficamente está situada en los paralelos 17° 35’ 05” de latitud Sud, y 65° 57’ 15” de longitud oeste a una altitud media de 2760 msnm. Pertenece a la cuenca hidrográfica del río Siches-Toco-Cliza (AMDECO, 2013).

5.1.3 Características climáticas

Según, la clasificación climática de Koppen el Municipio de Cliza, cuenta con las siguientes características: clima templado, con invierno seco, verano lluvioso y caluroso, con época seca y lluviosa definidas, con temperatura media anual igual o mayor a 18° C, siendo la temperatura del mes más cálido mayor a 27° C. La PP[1] anual varía son muy bajas, pues oscilan entre 300 a 400 mm/año, durante el periodo de lluvia, 400 y 600 mm por año, la evaporación media anual es del orden de 1900 mm (AMDECO, 2013).

5.1.4 Suelo

Los suelos en Cliza, son profundos y fértiles, con buenas propiedades para los cultivos. Están conformados, por depósitos coluviales y aluviales, con la capacidad de sostener varios cultivos al año, bajo sistemas de producción intensivos. Además posee un clima templado y seco, que es ideal para la agricultura, con cultivos como el maíz, papa, alfa alfa, hortalizas (cebolla, tomate, zanahoria, haba), cereales (cebada, trigo), flores y frutales

[1] Precipitación Pluvial

(durazno y manzana), otra de las actividad son la pecuarias, entre ellos tenemos los bovinos ovinos caprinos pavos y porcinos.

La (Tabla N° 1), se presenta el análisis de suelos, donde se observa la textura de franco limosa, con una profundidad de 20 cm siendo, está la capa arable, que se utiliza para que el cultivo desarrolle bien, aprovechando el nutriente existente, también se observa el 0.023 % de materia Orgánica, que está por debajo de lo mínimamente aceptable.

Tabla N° 1: *Análisis físico y químico de suelos de Cliza*

Análisis Físico Químico De Suelos		
Prof.	0 – 25	cm
textura	Franco Limoso	
% arcilla	18	
% Limo	57	
% Arena	25	
Densidad aparente	1,22	g/cm3
% PMP	23,69	0.33 bar
% CC	10,17	15 bar
% Agua aprovechable	13,52	
pH	7,4	1: 2.5 (suelo - Agua)
CE	0,337	1: 2.5 (suelo/Agua)
Materia orgánica	0,023	%

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad. De Ciencias Agrícolas Pecuarias y Forestales

El uso actual de tierras en el municipio de Cliza está distribuido en tres niveles;

a) Tierra de uso agropecuario intensivo; son tierras que por las condiciones físicobiológicas y socioeconómicas adecuadas (por ejemplo: de clima, topografía, suelo, tamaño de la explotación, disponibilidad de mercados y mano de obra capacitada), permiten su uso agropecuario en forma sostenible, obteniendo rendimientos relativamente altos. Generalmente este uso de la tierra incluye el uso de insumos y capital.

b) Tierra de uso limitado; son tierras frágiles por razones como: poca profundidad de los suelos, factores climáticos, tales como escasas precipitaciones anuales, incipiente cobertura vegetal, salinidad muy pronunciada.

A este tipo de uso corresponden, los Cuerpos de Agua que representan el 5% del territorio y las áreas sin uso agropecuario ni forestal que abarcan el 8% de la superficie total del municipio, Sumando el 13% del territorio (Tabla N°2).

c) Urbano; son tierras que están siendo ocupadas por asentamientos poblacionales, corresponde a este uso el 10% del territorio (Figura N° 3).

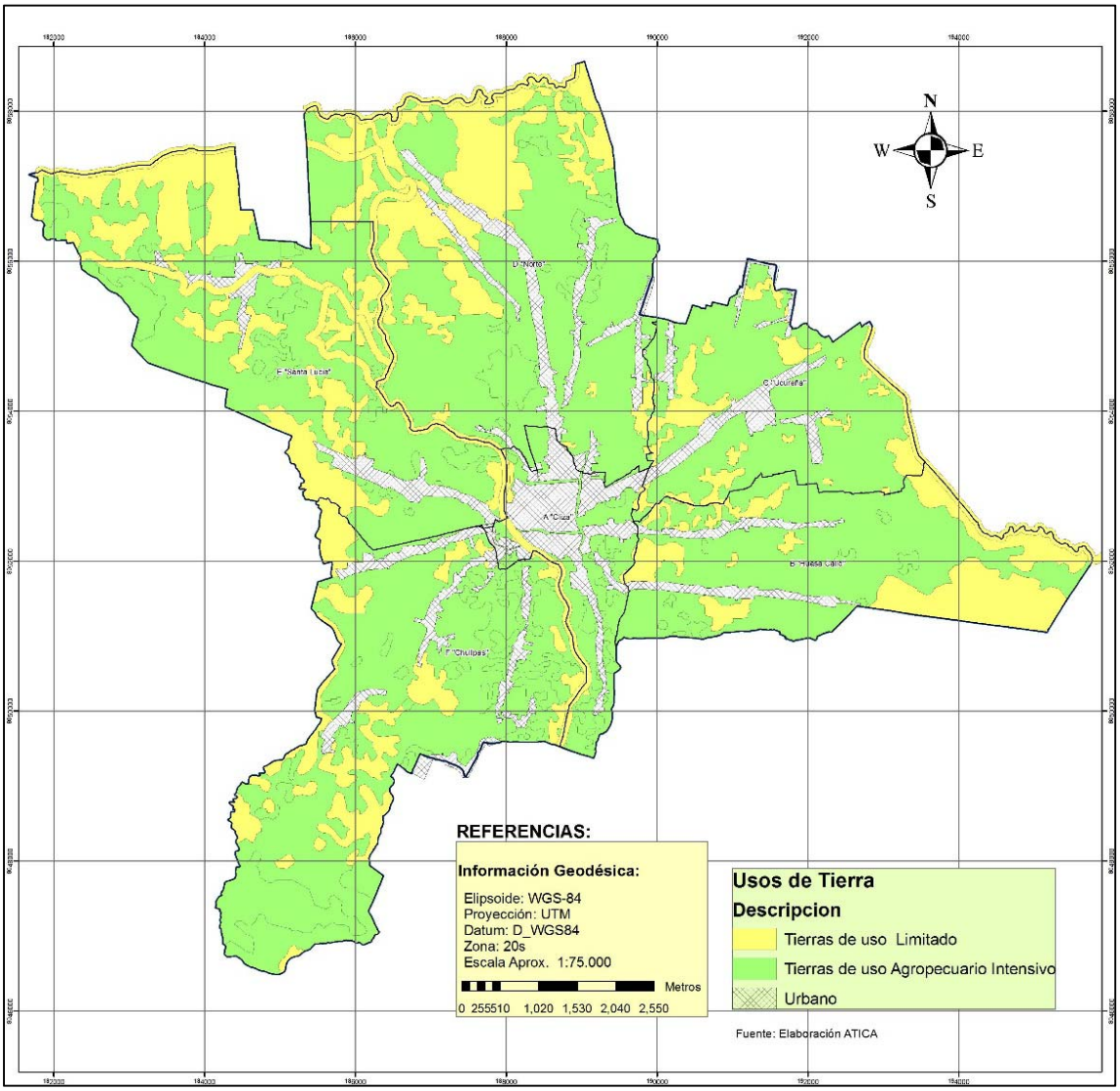


Figura N° 3: *Mapa de uso actual de la tierra en el Municipio de Cliza*

Tabla N° 2: *Uso actual de la tierra en el Municipio de Cliza*

	Uso actual de la Tierra	Área (Km2)
a	**Tierra de uso agropecuaria intensivo**	52
b	**Tierra de uso limitado**	9
c	**Urbano**	7
Área total		68.15

Fuente: Informe uso de suelos del Municipio de Cliza POMT 2009

5.1.5 Características socioeconómicas y productivas

La actividad económica, más importante de las familias es la agricultura, principalmente en la producción del maíz (Choclo), que representa un ícono productivo en el Valle Alto. Los estudios reflejados en el P.O.T[2] mencionan que el área agrícola es una superficie de 52 km2 (76 %) de la total superficie del Municipio (Tabla N° 3).

Tabla N° 3: *Cultivos predominantes en el Municipio de Cliza*

Cultivo	Producción Tm	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)
Maíz	4.844	1.460	3.318,00
Alfa alfa	2.002	241	8.307,00
Papa	928	94	9.872,00
Durazno	259	12	13.250,00
Zapallo	137	8	17.125,00
Haba	108	32	3.375,00
Manzana	35	3	11.667,00
Arveja	5	2	2.500,00
Cebada	5	5	1.000,00

Fuente: Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba, 2013

[2] P.O.T Plan de Ordenamiento Territorial

Los suelos, se encuentran fuertemente sometidos al uso de cultivares agrícolas, siendo esta una zona donde se produce gran cantidad de maíz del que se aprovecha el choclo, el grano y la chala esta última, más aprovechada en otros municipios del departamento. Las unidades de producción incluyen agricultura bajo riego, temporal, plantaciones frutales y forestales de bordura y praderas de forrajes cultivadas a pequeña escala. Los cultivos anuales y perennes ocupan el 76 % del área total del municipio.

5.1.6 Características poblacionales

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001), la población total de Cliza es de 19,945 habitantes, de los cuales el 45.5% son mujeres y el 54.5% son hombres, densidad Demográfica que estima que es de 359 habitantes por km².

5.1.7 Recursos hídricos

El Municipio de Cliza, en la actualidad se ha identificado básicamente que la fuente principal de agua en esta región; son la explotación de aguas subterráneas, como principal fuente y aprovechamiento de los ríos en época de lluvias.

En los últimos años, el Municipio viene trabajando en la optimización del recurso agua con políticas de apoyo al sector agrícola atreves de diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan con proyectos enmarcados en el uso más eficiente de agua en riego, uno de estos proyectos es la reutilización y/o tratamiento de aguas servidas que purifica el agua para su uso en el sector agrícola, este proyecto experimental se ubica al oeste del municipio, en la comunidad de Villa Carmen.

La Figura N° 2, muestra la distribución de los ríos dentro el Municipio de Cliza, la dirección de flujo es de sur a norte, llegando a almacenarse en la presa de la Angostura que se encuentra al oeste del municipio, el aprovechamiento de estos ríos, es durante la temporada de lluvia, con la desviación en la parte superior del río más propiamente en la desembocadura de la cuenca del Siches, hacia los canales, toda esta actividad es realizada por los agricultores de la región, su distribución de agua es por canales de tierra tradicionalmente establecidos, las que a su vez cuando se percibe intensas lluvias, sirve de drenajes artificiales para la evacuación de aguas excedentarias, por otra el río Sulti que se

encuentra al lado este se constituye como un drenaje natural, encargado de colectar la escorrentía superficial y modular las fluctuaciones del nivel freático[3] presenta tramos donde desaparece su curso principal, ocasionando zonas de inundación donde se presentan niveles freáticos, superficiales en la zonas: laguna El Carmen y laguna Sulty y sectores comprendidos entre Arce Pampa, Huari Caya y Tolata Chico (Figura N° 4).

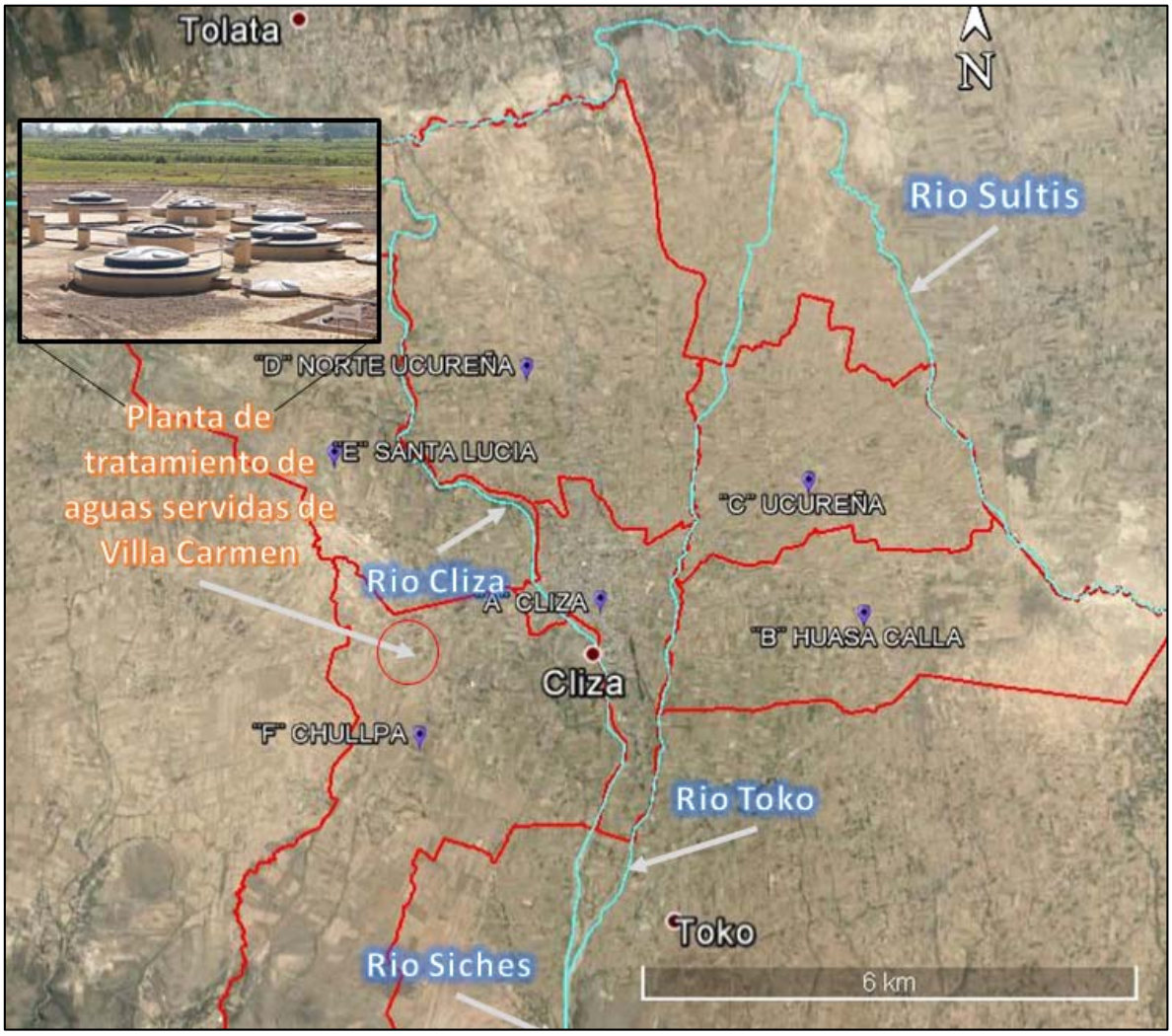


Figura N° 4: *Principales ríos de Cliza*

Otra de las alternativas, es la explotación de agua subterránea, siendo barata en relación a construcción de presas, una mayor disponibilidad en el tema de riego, la diversificación de la producción entre otro, mencionado por (Sahuquillo 2009).A su vez, la conformación de

[3] Nivel freático corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica.

estos sistemas de riego, está estrechamente limitados a una estación de bombeo y alguna infraestructura adicional, es por tanto, que su accesibilidad se torna muy compleja, desde el buscar financiamiento para la perforación de pozos, hasta la implementación de la infraestructura adicional y no menos importante la gestión del pozo dentro las organizaciones que vienen trabajando tradicionalmente.

Por tanto, en los últimos años, el incremento de pozo en la región se elevó exponencialmente esto debido a la demanda de los agricultores, la población en general, su aprovechamiento principalmente es para riego de cultivos, uso doméstico y un número reducido que utiliza ambos denominado mixto, donde los volúmenes de explotación son mayores para riego y menores para uso doméstico y el otro restante para otros usos (mixto e industrial) (Figura N°5).

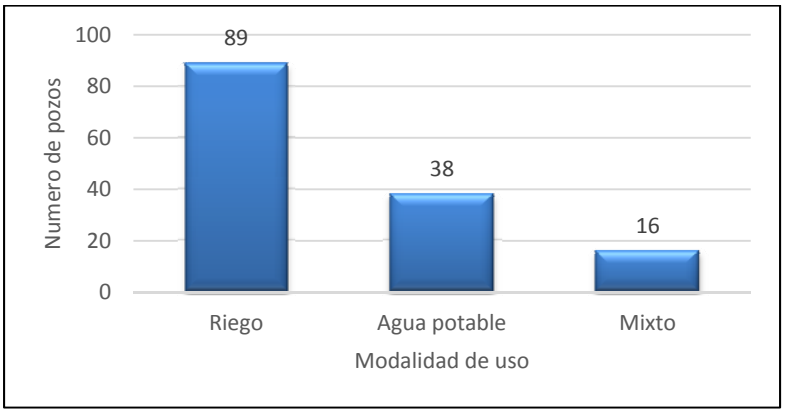


Figura N° 5: *Uso de agua de pozos*

Fuente: Inventario de pozos del centro AGUA 2014

Cliza presenta diferentes modalidades de uso del agua, definidos a partir de la demanda destinando a la población, ya sea para riego o agua potable que son la más importante en los sistemas colectivos, mostrando la cantidad de pozos existentes dentro la región.

Uno de los usos más importantes son: para el suministro de agua potable, ya que constituye una necesidad fundamental para la población, estos sistemas constituidos en los años 60, sean convertidos como un referente en la auto sustentación de la gestión administrativa, pues se vislumbra que las autoridades de la región no participa dentro estas organizaciones, pero ayudan con proporcionar asesoramiento técnico entre otros.

La (Figura N° 6), corresponde, a uno de los múltiples sistemas de Agua Potable que dota del recurso a la zona, estos sistemas se replican en todo el Municipio de Cliza, tanto en las poblaciones urbana y rural del municipio, satisfaciendo las necesidades domésticas de la población con agua proveniente de los pozos.

Figura N° 6: *Sistema de agua potable de Poza Rancho*

Fuente: Inventario de pozos centro AGUA 2014 Cod. P066

Otro de los usos más comunes, es el uso en riego para los cultivos estratégicos y económicamente rentables, ya que Cliza tiene una gran reputación de ser una zona de una alta producción de maíz choclero (Zea Mayz) con un 80% de cobertura a lo largo del año, seguido por alfa alfa, papa, cebolla y otros vegetales. Asimismo, se observan en ciertas zonas parcelas con otros granos, árboles frutales, leguminosas y flores. La crianza de animales, incluye un reducido número de vacunos, ovejas, cerdos, gallinas entre otras.

Entendiendo, la importancia del agua para el sector agrícola, estas fuentes son celosamente cuidadas, conformando organizaciones que velan el funcionamiento del pozo tanto en la distribución como los repartos y otras actividades (Figura N°5).

Figura N° 7: *Sistema de riego con fuente de aguas subterráneas*

Sin embargo, cabe remarcar, que en los últimos años los usuarios de estos pozos observaron la diminución de caudales, un ejemplo es en la comunidad de khochi Lazaro, Pozos #2, que él años 2012 se tuvo un caudal de 18 l/s y aforando el 8/05/2014 de 13 l/s, de esta manera se ve que en 3 años disminuyo 5 l/s, se puede argumentar muchas situaciones, pero uno de los problemas crecientes en la región es la sobre explotación del acuífero[4].

[4] Acuífero: se denomina a toda formación geológica capaz de almacenar y transmitir el Agua subterránea a Través de ella, pudiendo extraerse en cantidades significativas mediante obras de captación (ej. Pozos)

5.1.8 Agricultura campesina

En la zona de los Valles de Cochabamba, a lo largo de la historia, se viene practicando la agricultura campesina, como forma de subsistencia de las familias de la región, desarrollando una economía en base a la agricultura, que fundamentalmente se sustenta en el aprovechamiento de agua, con el objetivo de satisfacer mínimamente las necesidades de las familias campesinas.

Delgadillo y del Callejo (2003), indican que los sistemas de riego campesino dentro de estas zonas presenta dos formas de riego; por simple inundación y por surcos realizados dentro la parcela, en ambos casos el método utilizado es "*riego por gravedad o superficial*[5]", es decir que el aprovechamientos del agua no existe, pues en la práctica se pierde una gran cantidad por diferentes factores.

Sin embargo, en las últimas décadas, el enfoque de desarrollo social, económico, cultural campesino, dentro una agricultura sustentable viene atravesando diferentes cambios en base a la disponibilidad de recurso agua. Por esta razón, las diferentes autoridades de la región vienen trabajando con proyectos enmarcados en el aprovechamiento de agua, como componente principal de un conjunto de elementos que ayudan al fortalecimiento de las organizaciones que conforman al bienestar de la comunidad, distrito y/o municipios.

5.1.9 Sistemas de riego tecnificados

Cliza, en los últimos 5 años, asume la responsabilidad de optimizar con diferentes proyecto de orden colectivo, es decir con la construcción de infraestructura adicional que maximicen el aprovechamiento y disminuir las pérdidas del agua subterráneas, es por tanto, que se realiza el proyecto, como los vasos comunicantes, que es básicamente entubar los canales tradicionalmente usadas con hidrante de comunicación, esto principalmente utiliza el desnivel disponible de la zona.

[5] El riego de superficie: como su nombre indica, hace alusión al agua que fluye sobre la superficie del terreno gracias a la pendiente (topografía) por efecto de la gravedad. Bajo este método, "el agua se aplica al terreno en su parte más alta y fluye hacia los puntos más bajos, disminuyendo en cantidad o volumen a medida que se infiltra en el suelo" (Gurovich, 1985).

Uno de los proyectos ejecutados en el municipio, son la construcción de seis sistemas de micro riego, el año 2012 a través del programa “MI AGUA” en una cooperación tripartito entre la Alcaldía de Cliza y los mismos beneficiarios, el objetivo es de aprovechar los caudales disponibles de la zona y la construcción de obras completarías al diseño de sistemas de riego presurizados.

Esta obra, se entregó el año 2013, y hasta la fecha no hay antecedente de que ha funcionado, en al menos una campaña de riegos, es decir, que actualmente se encuentran paralizadas, no se conoce con certeza cuál es el motivo por que no funciona, tanto los beneficiarios y la alcaldía se encuentran muy preocupados siendo que se destinó recursos y dineros de los mismos socios, surgiendo tremendos problemas de discusión entre la población de Cliza, hasta llegando a mencionar que se sienten engañados, por parte de las autoridades de turno.

Los seis sistemas de riego, se encuentran distribuidos a lo largo del municipio, formando un anillo alrededor de la población urbana, estos pozos destinados a los sistemas de riego tecnificado, varían según la disponibilidad de caudales en boca de pozo, los sistemas que se encuentran a la cabecera de la cuenca Siches son la que ofertan mayor caudal, ejemplo comunidad de Flores Rancho y Vargas Rancho, los poco favorecidos son las más alejadas, tal el caso de la comunidad de Porvenir según inventario, 2014.

A continuación en la Figura N° 8, se describe las ubicaciones de los sistemas de riego micro riego presurizado a lo largo de Municipio de Cliza:

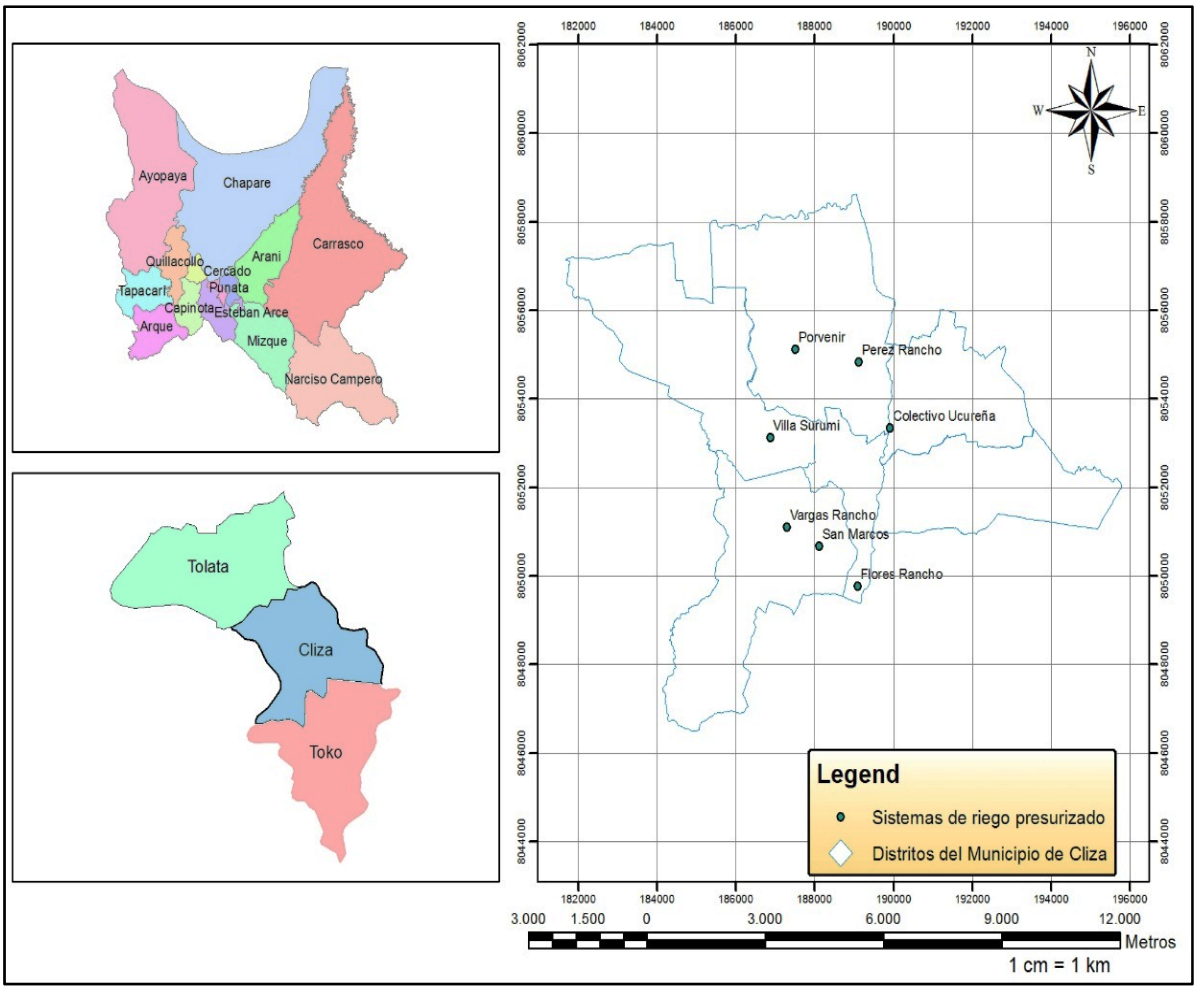


Figura N° 8: *Sistema de micro riego presurizado en el Municipio de Cliza*

Entre ellas, se encuentra la comunidad de Chullpas, Surumi, Flores Rancho, Porvenir, Capilla Ucureña, Pérez Rancho y San Marco, donde se hallan las construcciones de estos sistemas de riego presurizados (Aspersión). Pero a la vez se observa, que se encuentra trabajando con sistemas de riego tradicional (inundación gravedad).

La operación de estos sistemas, se torna muy complejas, según la percepción de los beneficiarios, siendo que son las primeras experiencias en el tema de riego presurizado dentro las organizaciones colectivamente conformados, dentro esta región del Valle Alto pues no se conoce otra experiencia similar que agrupe a un número de socios y sobre todo que estén ubicados en zonas geográficamente planas.

5.2 Materiales y equipos requeridos.

A lo largo de la investigación, se utilizaran los siguientes materiales y equipos:

- ✓ Ficha de entrevista, para realizar la entrevistas de los actores locales y externos involucrados en la ubicación y perforación de pozo.
- ✓ Computadora portátil.
- ✓ Material de escritorio.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Impresora.
- ✓ Pen drive de 4 GB.
- ✓ Vehículo.
- ✓ Aforadores.
- ✓ Manómetro de glicerina.
- ✓ GPS navegador Garmin.
- ✓ Cronometro.
- ✓ Flexómetro.

5.3 Metodología

La investigación realizó, un análisis de los sistemas de riego presurizado, como alternativa de riego para el uso eficiente del agua, en sistemas colectivos de riego con pozos, para tener una mejor distribución que permita una mayor frecuencia de uso entre los socios y así contribuir a la migración de riego tradicional al tecnificado, permitiendo una mayor oportunidad en la diversificación de cultivos en la zona en una agricultura sostenible.

Enfoque metodológico

La investigación, empleo la metodología “estudio de casos”, con fenómenos particulares, de los sistemas desarrollados mediante la observación directa y participativa con entrevistas de forma estructurada y levantamiento de datos puntuales (medición), que implica un proceso de indagación, para la evaluación sistemática.

Se orientó, a buscar resolver problemas de la investigación con acciones participativas coordinando con actores principales, que coadyuvaron con el cronograma de actividades y dinámica de la investigación, para lograr una mayor contribución a la investigación.

La presente investigación, se desarrolló en tres fases, las mismas se describen a continuación:

FASE N° 1: Preliminar

En esta fase, se realizaron 4 actividades: (1) revisión de informaciones secundarias (2) reconocimiento de la zona de estudio, (3) selección de caso de estudio y (4) el diseño y elaboración de los instrumentos de recolección de información:

Revisión de información secundaria

La revisión de documentos, se realizó trazando una línea de seguimiento en la recopilación de información local en torno a los intereses, criterios y mecanismos en la ubicación construcción y seguimiento de los sistemas. Se realizó con la revisión de diversos documentos proporcionados por la alcaldía y las organizaciones. Donde se obtuvo los siguientes datos:

- Proceso de implementación en torno al diseño participativo.
- Acuerdos entre los usuarios en la ubicación y construcción de los sistemas.
- Parámetros hidráulicos resultantes de la implementación de sistemas presurizados, a fin de contrastar con el diseño proyectado.
- Acompañamiento de los sistemas posterior a la entrega de los mismos.

Reconocimiento y contacto con la zona de estudio

El ingreso a la zona de estudio, fue coordinada con la alcaldía de Cliza con el proyecto que se viene trabajando en “Empoderamiento de actores locales para el manejo sostenible de aguas subterráneas”, en alianza con la Universidad de Calgary (Canadá), USFX (Sucre), y el centro AGUA de la UMSS, a través del inventario de pozos de todos los distritos, donde se identificó estos sistemas de riego presurizado, conformado como sistemas colectivos a partir de pozos profundos (Figuras N° 9).

Figura N° 9: *Contacto con la comunidad*

Se realizó, el recorrido sobre el área de estudio para luego socializar la investigación participando de reuniones con el G.A.M[6]. de Cliza y las Organizaciones directas de estos sistemas, ubicando a las personas claves de cada asociación y sobre todo tener el permiso correspondiente para la planificación de las pruebas.

Criterios de selección de los casos de estudio

Los criterios utilizados para definir el estudio de caso son:

- Ubicación dentro del contexto local de los siete sistemas.
- Funcionalidad de los sistemas.
- La organización del sistema.
- Disponibilidad de trabajo en la investigación.

Diseño y elaboración de los instrumentos de recolección de información

Para la presente investigación, se utilizará la observación participativa: según (Albert 1985) "se trata de una técnica de recolección de datos en información que tiene como propósito

[6] G.A.M = Gobierno Autónomo Municipal

explorar y describir ambientes, adentrarse a profundidad en la investigación, en situaciones sociales, culturales y técnicas". Evaluando cada caso particular seleccionando.

Por esta razón, se evaluó una comunidad sobre aspectos técnicos y sociales para luego pasar a conocer la parte de gestión de agua. Para esto se utiliza las técnicas que son:

- La entrevista, con temas de percepciones acerca del cambio tecnológico de riego, la cultura de riego, intereses y anhelos. Establecimiento de reglas y acuerdos de distribución y la gestión de agua.
- Planillas de campo, sobre medición de presiones, caudales, diámetro de tuberías y distancia de aspersores, mediciones directas, etc. Mediciones directas.
- Fichas técnicas sobre organización, distribución de agua, tiempo de riego, turnos, frecuencias de riego perspectiva de uso, etc. Mediciones indirectas.

FASE N° 2: Implementación

Diagnóstico del sistema intervenido:

El diagnóstico del sistema, fue de forma descriptiva para conocer sus características en cuanto a la infraestructura, organización y funcionamiento, para esta fase se utilizara la metodología como ser:

Las entrevistas clave a personas que posean conocimientos del sistema:

- Presidentes de asociaciones.
- Usurarios activos e inquietos del sistema.

Para el levantamiento de información clave en el conocimiento del sistema en la:

- Georreferenciar el lugar.
- Describir la infraestructura, medición (caudal y presiones).
- Describir el tipo de gestión conformada por la organización.
- Y ver por qué no funciona.

Evaluación de las características técnicas del sistema de micro riego

Estudio de caso; se realizó, un diagnóstico detallado de la distribución de elementos de los sistemas en forma particular, que parámetros usaron para llegar hasta la instalación y aspectos culturales, sociales que influyen.

Evaluación de sistema de riego presurizado:

La evaluación de sistema de riego presurizado se realizó en dos etapas. La primera para verificar el funcionamiento del sistema, simulando que riega un socio, la otra ya mucho más técnico se revisa los aspectos hidráulicas de presión y caudal respectiva en el tramo más largo del sistema:

La primera prueba simuló la forma de regar por socio del sistema de riego por aspersión conformando en una parcela ya seleccionad, donde verificando las diferentes presiones en el aspersor, la instalación del sistema móvil, las que se utilizaron las mangueras de lona de 12 y 15 metro de distancia, adicionalmente otras manqueras de conexión al hidrante.

Originalmente se tenía que utilizar un solo hidrante, pero al no contar con accesorios que posibiliten dicho objetivo, se optó por utilizar dos hidrantes, para luego colocar los porta aspersores y aspersores dentro el terreno donde se obtuvo la medición de parámetros hidráulicos:

Figura N° 10: *Evaluación de aspersor*

La segunda prueba, se realizó para la verificación de presiones y caudales en aspersores e hidrantes en el tramo más largo del sistema de micro riego.

La prueba consistió, en ver cuál es la presión generada por la bomba impulsora, que se encontraba por encima del depósito, se utilizó tres hidrantes que corresponde a un hidrante por parcela. No se contempló el arreglo de los aspersores sobreponiendo las mismas, es decir que el objetivo no corresponde a este tema, sino al de determinar cuánta presión genera la bomba, el tiempo que tarda en vaciar el tanque de almacenamiento como es la operación en el cabezal de bombeo y el costo de operación entre otros.

La medición de los caudales se realizó, con el método volumétrico, utilizando baldes o recipientes de 10 o 30 litros, apoyado con cronómetros con repeticiones hasta hallar la media representativa.

Figura N° 11: *Determinación del caudal con el método volumétrico*

$$caudal\ de\ aspersor = \frac{volumen\ del\ balde(l)}{tiempo\ del\ cronometro\ (S)}$$

La determinación de presiones se hizo en hidrantes y aspersores. Pero principalmente se realizó un diagnóstico del equipo de bombeo y la descripción de las tuberías para determinar la pérdida de carga. Esta medición de la presión, se realizó con un manómetro en los puntos más alejados del sistema de riego por aspersión.

La determinación de la presión, de cada uno de los aspersores, fue mediante un barómetro de glicerina, la cual fue introducida a la boquilla de salida del aspersor, en el orificio más grande. Esta actividad se realiza cuando el sistema esté trabajando (Figura N° 12).

Figura N° 12: *Toma de datos de presión*

FASE N° 3: Sistematización y análisis de resultados

Toda la información, obtenida de las diferentes planillas de campo, fichas técnicas y entrevistas se documentó en programas como el Microsoft Office y Excel, formándose

planillas de almacenamiento de datos, donde se realizó el análisis de validación de la información obtenida para su posterior redacción del documento final.

Base de datos

Se obtuvo, una base de datos de las entrevistas semiestructurada y coordenada de GPS de los elementos del sistema y planos entre otros, la misma que nos permitió identificar problemas referentes al riego, como producto se obtuvo la siguiente base de datos:

- Textual (Entrevistas y datos de los dirigentes y usuarios del sistema).
- Numérica (Coordenadas de los elementos hidráulicos del sistema).
- Gráfica (Planos y gráficos del sistema y sus elementos).

Procesamiento de las entrevistas

El procesamiento, de los datos de la entrevista, se realizó con un análisis de la información en gabinete tomando las grabaciones de las entrevistas, para identificar la idea principal dando como resultado tablas y gráficos.

Procesamiento de la información topográfica de la red principal

La información topográfica, se almacenó con el programa informático Excel y ArcGis, en la que se almaceno las coordenadas de los puntos obtenidos en base a los planos del proyecto en forma organizada y estructurada, accediendo de esta manera al uso de esta información.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Estado actual de los pozos perforados

Las aguas subterráneas, constituyen uno de los recursos más importantes y fundamentales en el Municipio de Cliza. Su aprovechamiento tiene una relación directa con la demanda generada por el crecimiento de la población y la actividad industrial y agropecuaria.

Uno de las primeras actividades realizadas, fue el levantamiento de información referente a la situación actual de los pozos de Cliza, donde se encontró una gran cantidad de pozos

entre los cuales se observó su uso dentro de las comunidades beneficiadas, las cuales se vislumbran una mayor cantidad en el uso agrícola, seguido por la utilización en el agua potable conformando sistemas independientes y auto sustentables y la última que tiene doble función; ya sea para riego como para agua potable denomina el pozo como mixto (Figura N° 13).

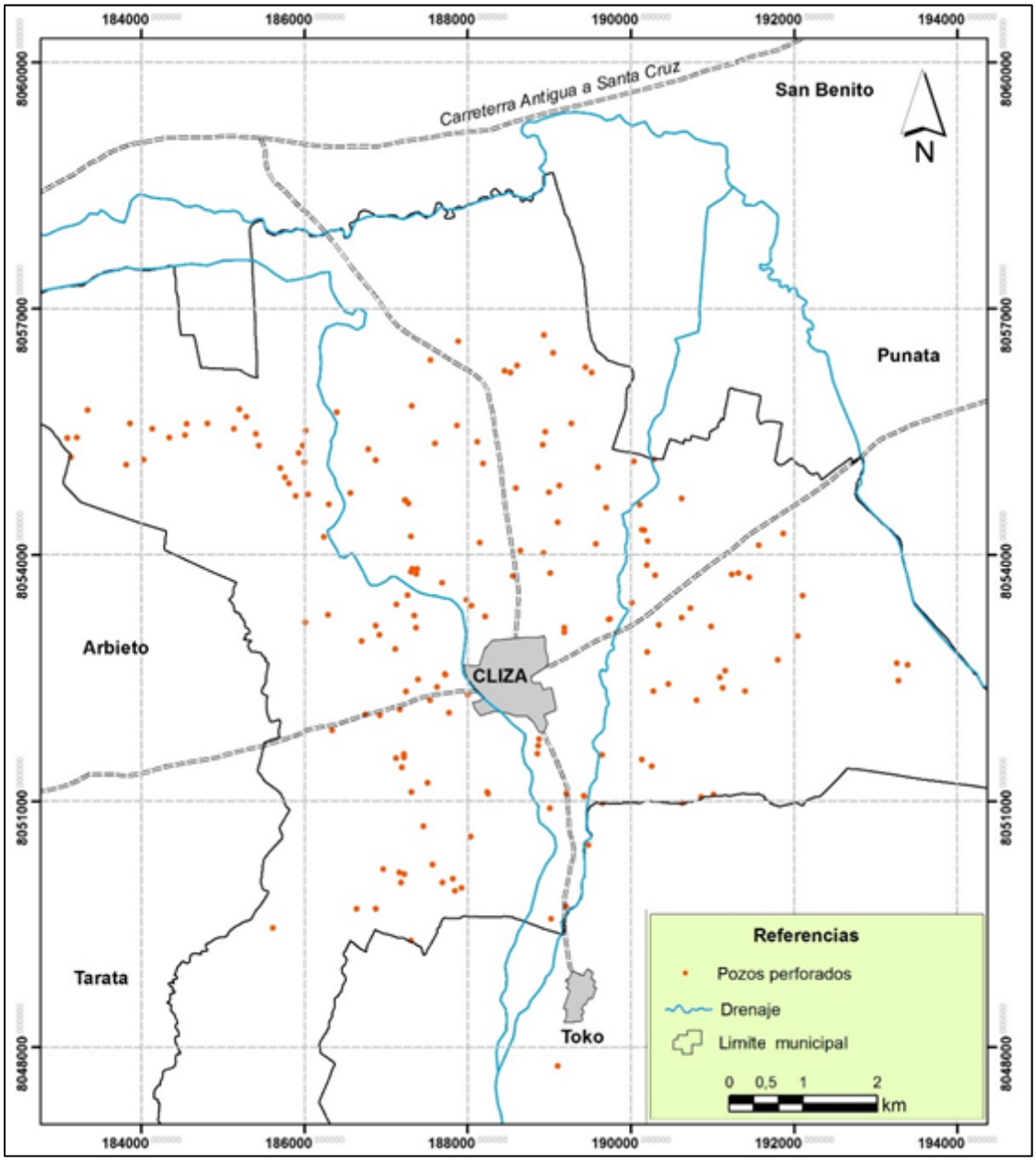


Figura N° 13: *Pozos perforados en el Municipio de Cliza*

Fuente: Mayta 2014

Hasta septiembre del 2014, para el Municipio de Cliza se registraron un total de 174 pozos perforados. La mayor concentración de pozos perforados, se encuentra muy cercana al rio Cliza y al sud del Municipio, donde las formaciones geológicas son mejores, que al norte del municipio. Así mismo del total de pozos perforados, solo 143 pozos están funcionando, los restantes 16 pozos dejaron de funcionar y 15 pozos funcionaran recién. Los 15 pozos funcionarán en un tiempo breve, solo faltan algunos detalles para su funcionamiento como: bomba, tablero de bombeo, energía eléctrica, terminar la caseta de bombeo o finalmente el pozo está concluido y solo están esperando la entrega definitiva de las autoridades.

6.1.1 Uso del agua

La explotación del agua subterránea, tiene gran importancia, para el Municipio de Cliza ya que solo cuenta con agua de esta fuente y el agua proveniente de los escurrimientos superficiales en la época de lluvia. Por lo anterior, el agua subterránea se constituye en un sustento de mucha relevancia para la población por satisfacer las diferentes necesidades con respecto al agua. Entre los usos más importantes, tenemos el riego, agua potable y mixto. Como se puede apreciar en la Figura N° 14, este recurso es explotado principalmente para riego, según el inventario 89 % pozos fueron perforados con este fin, otro de los usos importantes que se da a este recurso, es para uso doméstico, alcanzando alrededor de 38 % pozos y para ambos usos (uso doméstico y riego) un total de 16 % pozos fueron registrados.

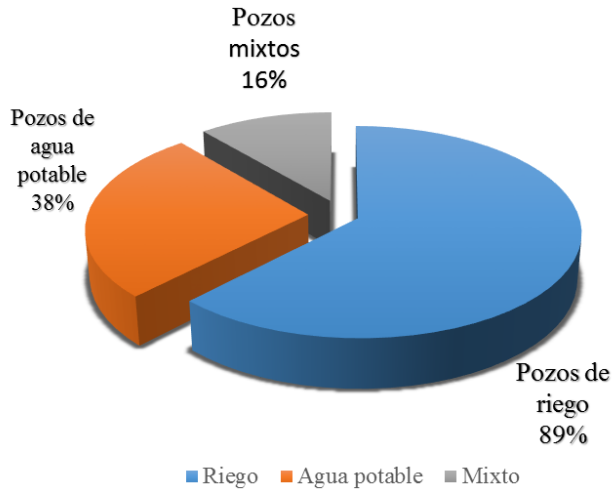


Figura N° 14: *Uso del agua en pozos de funcionamiento*

El agua subterránea, es un recurso de vital importancia, para la producción agrícola ya que población de esta región aprovecha para las siembras adelantadas “Mishkas” de papa y maíz choclero. También el riego permite asegurar, la producción de otros cultivos como frutales y alfa alfa entre los más importantes.

Prácticamente toda la población urbana y rural del Municipio, satisfacen sus necesidades domésticas con agua proveniente de los pozos. Actualmente un total de 174 pozos (agua potable y mixto) (Figura N° 15), se encuentran distribuidos en las distintas comunidades del municipio, para prestar el servicio de agua potable.

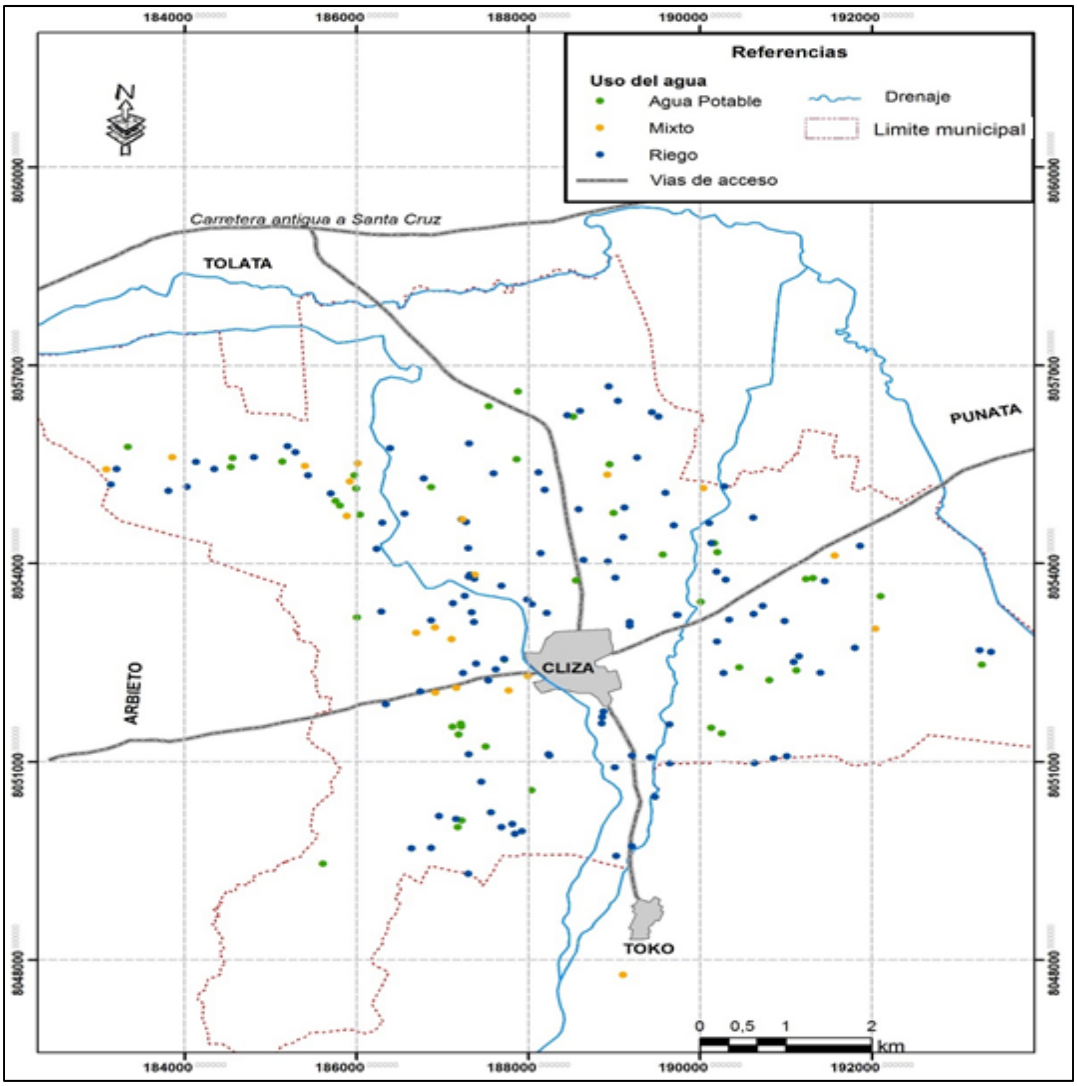


Figura N° 15: *Uso de agua de los pozos perforados*

Fuente: Mayta 2014

6.1.2 Caudales explotados de los pozos

Los caudales, de explotación que se observa de los pozos son muy variables, encontrándose pozos con descargas desde 0,5 a 22 l/s, (Figura N° 16) La mayor cantidad de pozos inventariados (98 pozos) presentan caudales que varían entre 0,5 a 5 l/s, 27 pozos ofertan caudales entre 5-10 l/s, y los restantes 18 pozos tienen caudales altos de 10 a 22 l/s. La variación de caudal, tiene relación con la ubicación del pozo dentro del abanico Aluvial de Cliza y el uso que se le da a este recurso.

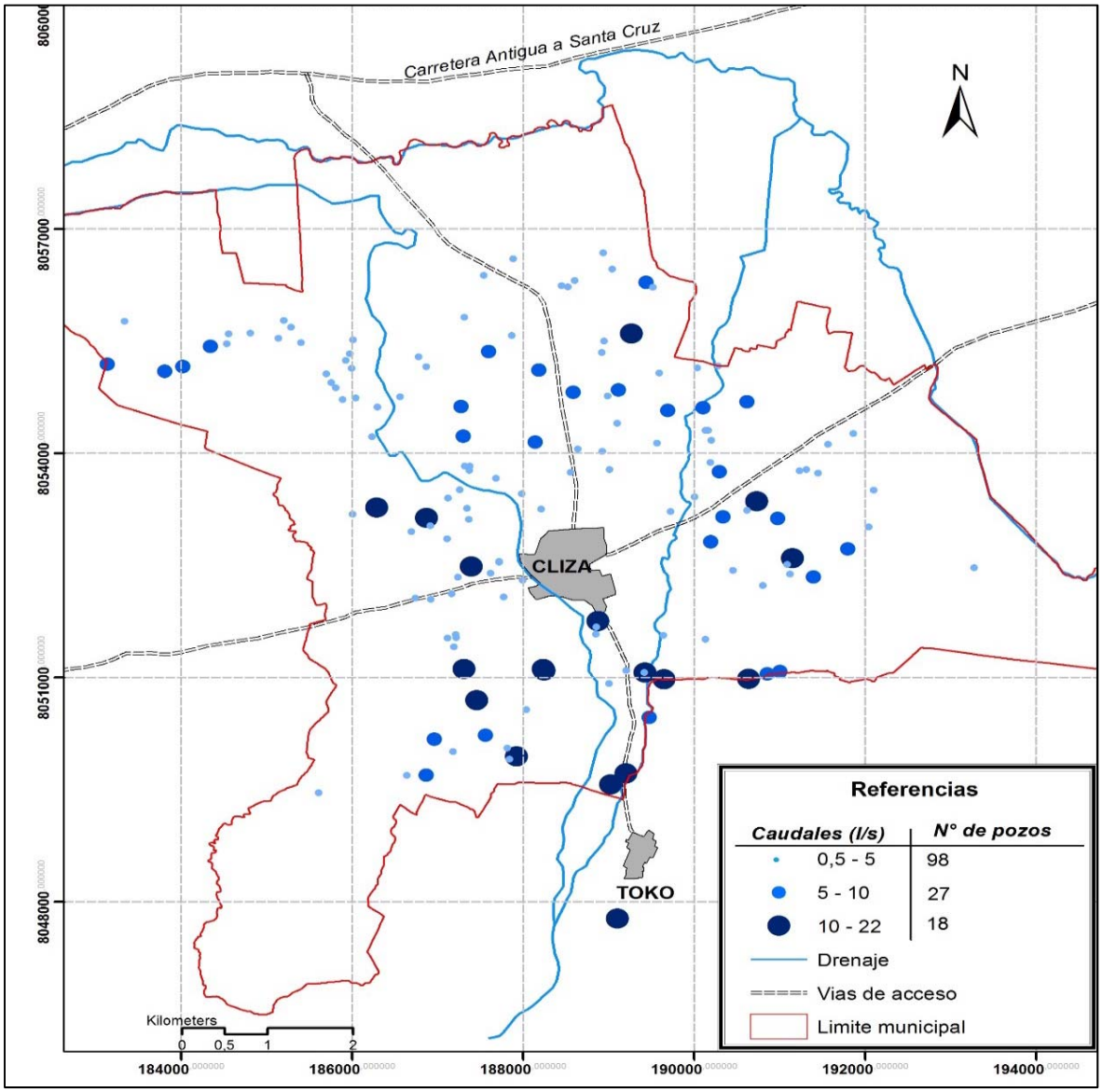


Figura N° 16: *Caudales disponibles en los pozos*

Los caudales altos, son aprovechados principalmente para riego y se encuentran cercanos al rio Cliza. Así mismo los pozos de mayor caudal están sitiados en el Ápice del Abanico de Cliza (Limite entre Municipios de Cliza y Toko), donde los acuíferos presentan estratos gruesos de grava arenosa con intercalaciones de limo y arcilla. Los caudales decrecen, de forma similar que los estratos de los acuíferos que van reduciendo de espesor de sur a norte del Abanico.

6.1.3 Volúmenes explotados por los pozos

En los últimos años, el aprovechamiento del agua subterránea, se ha incrementado para el uso de la agricultura y consumo humano. La explotación de agua, puede traer consecuencias como la sobreexplotación lo cual no se conoce con precisión en la actualidad. Sin embargo, esta forma de explotación, está empezando a causar problemas ligados a la sobre explotación de esta fuente de agua y las diferencias existentes en los volúmenes de extracción entre diferentes zonas del abanico, lo cual ha configurado un escenario de potenciales conflictos mencionado por (Mayta 2012).

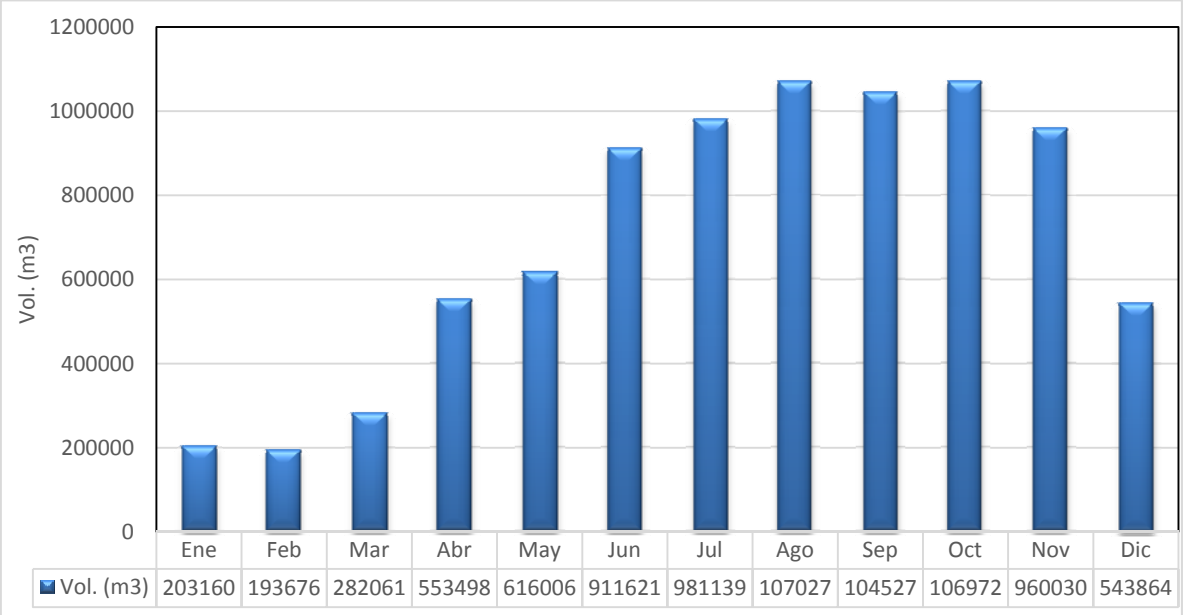


Figura N° 17: *Volúmenes de agua explotados mensualmente en el Municipio de Cliza*

Fuente: Inventario 2014

Analizando la Figura N° 17, se puede señalar que, la mayor cantidad de agua es explotada en los meses de época seca (junio-noviembre), donde los volúmenes de extracción alcanzan aproximadamente a 1 millón de m3 por mes. Esta época corresponde a los meses de mayor demanda de agua de riego, para los cultivos, por esta razón todos los pozos funcionan en estos meses. La mayoría, de los pozos de riego, en esta época funcionan más de 10 horas al día, encontrando pozos que funcionan hasta 24 horas.

Por tanto, las consecuencias, será una sobreexplotación que han comenzado a notarse con esta diminución de niveles estáticos afectando a la recarga natural que existe durante la época de lluvia en las cabeceras de valle. Una muestra, de lo anteriormente mencionado, que es lo observado en muchos pozos superficiales y vertientes se ha secado. Mientras, por una parte se produce una importante intensificación agrícola gracias al aporte de agua de los pozos, por otro lado se avizora el peligro de perder una de las más importantes fuentes de agua para la agricultura (Durán 1997).

Por tanto, una de las mejores opciones es de optimizar los volúmenes extraídos, por los pozos a través de la tecnificación del riego, haciendo referencia a la aplicación de agua a través de conductos cerrados, por los cuales el agua circula a presión y sale a través de dispositivos mecánicos, que permiten aplicar el agua en forma de lluvia artificial (aspersores y micro aspersores) o en forma de gotas localizadas (goteros).

6.2 Características de gestión e infraestructura del sistema de riego colectivo con pozo, en la comunidad de Flores Rancho

La comunidad de Flores Rancho, al igual que las otras comunidades, conforman organizaciones de sistemas de **riego colectivo**[7] alrededor de un pozo perforado como fuente principal, la comunidad cuenta, con varios pozos pero lo más importante en función tiempo y caudal es la fuente de agua llamado “Pozo Antiguo #1”, específicamente la cual ha sido tradicionalmente utilizado por los agricultores de la zona, la perforación se inicia el año

[7] Riego Colectivo; una forma de control sobre las fuentes de agua, el cual está siendo formalizado actualmente a través de un proceso de registro de derechos de agua (colectivos e individuales) para riego y consumo humano implementado por el Ministerio del Agua.

1985, donde tras un proceso de trabajo mancomunadamente se perforó el pozo de manera comunal.

La tabla siguiente muestra los diferentes pozos que se encuentran en la comunidad:

Tabla N° 4: *Características de las fuentes de agua a nivel Flores Rancho*

Código de inventario	Funcionalidad	Año de perf.	Prof. del pozo [m]	Q [l/s]	Prof. bomba [m]	Prof. Bomba [HP]	Nivel estático [m.b.b.p.]	Nivel dinámico [m.b.b.p.]
P001	AP[8] y R[9]	1976	70	9.5	42	15 y 7	12	30
P046	AP	2003	72	15	30	10	18	22.5
P071	R	2014	70	7	30	7	18	20
P080	R	2012	80	13.2	36	10	15	22
P002	R	2005	73	8.8	36	10	13.6	17.8

Fuente: Inventario de pozos 2014

Como podemos observar, la comunidad cuenta con varios pozos de distintos caudales (Figura N° 18), las cuales son muy importantes, para su posterior reparto en época de estiaje o cuando lo requieran, pero no así suficiente para satisfacer la demanda de la comunidad.

[8] AP = agua potable

[9] R = riego

Figura N° 18: *Sistema de riego Flores Rancho*

Los pozos, cuentan con organizaciones en torno a la gestión y administración de los pozos de manera autónoma y depende exclusivamente de los usuarios del mismo, y tal vez la característica más importante desde el punto de vista de la producción agrícola, que permiten una mayor frecuencia de riego, lo cual ha originado, que las áreas de influencia de estos sistemas ofrezcan una significativa diversidad de cultivos y por ende una orientación más comercial de la producción.

Para, el funcionamiento de estos sistemas, necesariamente deben estar constituido por un conjunto de elementos que están estrechamente conectados entre sí, desde la ubicación del sitio de perforación, el diseño del pozo, la instalación de la caseta de bombeo, la distribución de canales, dentro de área de riego con objetivo de transporte del agua de la fuente hasta llegar a las parcelas, siendo cada elemento muy importante para la operación de estos sistemas.

6.2.1 Infraestructura de un sistema de riego colectivo a partir de pozos

La infraestructura física, del sistema de riego de la comunidad Flores Rancho, están conformadas generalmente por diferentes niveles como ser: fuente de agua (pozos de

riego), sistema de bombeo, conducción (tubería de impulsión) y distribución (canales y acequias).

A continuación se observa la distribución de pozos dentro la comunidad de Flores Rancho:

En la figura N° 19 se observa los 5 pozos, que corresponden a la comunidad, adicionalmente las distancias correspondiente desde el ID P001, es el pozo más antiguo e importante de la comunidad, también sé que en la parte baja de la comunidad se concentra la mayoría de los pozos, ya sean para agua potable como para riego, el pozo más alejado ID P002 es de uso exclusivo para riego en la parte superior.

Figura N° 19: *Sistema de riego de Flores Rancho en el Municipio de Cliza*

La descripción de los principales elementos que integran este sistema de riego tradicional son:

- Fuente de agua (pozo perforado).
- Infraestructura de captación (estación de bombeo, bomba sumergible).
- Infraestructura de aprovechamiento (tubería, canales revestidos, acequias y otros).

A nivel de sistemas colectivos de pozos, se identificó como componentes principal:

La Figura N° 20, se observa la caseta de bombeo, con los elementos que conforma del sistema desde el pozo hasta la infraestructura, para la distribución por canales, las tuberías también tienen una función esencial, pero complica el funcionamiento por parte de un socio pues necesita de un operador que conozca el funcionamiento del sistema, desde encender y apagar el tablero de funcionamiento, hasta la apertura de las llaves de paso, las que distribuye la dirección del flujo del agua que se desea usar.

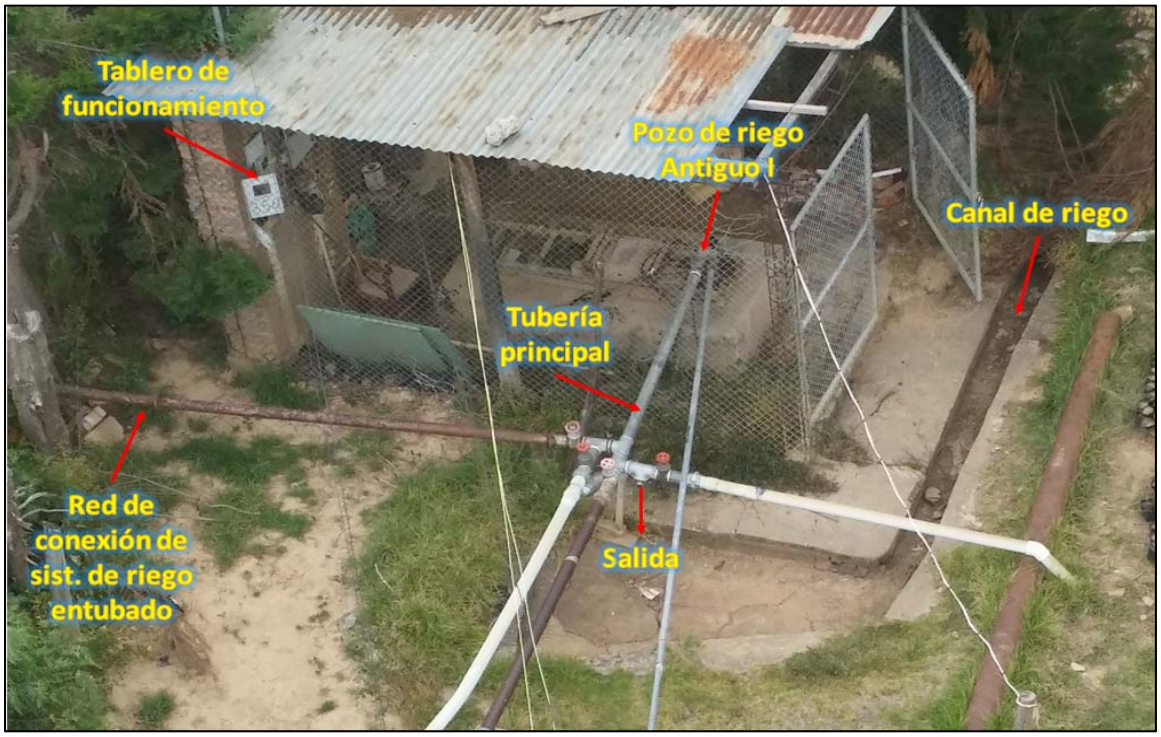


Figura N° 20: *Fuente de agua de la comunidad de Flores Rancho*

A Pozos del sistema de riego

En la comunidad de Flores Rancho el año 1985, se inicia la perforación del pozo, ubicado al Nor-Este del Municipio de Toko, aproximado a 1000 m. de distancia de la población de Toko, y unos 300 m, de distancia del rio Toko. La perforación es realizada hasta los 70 m de profundidad, con diámetros de 8” y 10” respectivamente, la empresa a cargo era GEOBOL Cochabamba (Figura N° 21).

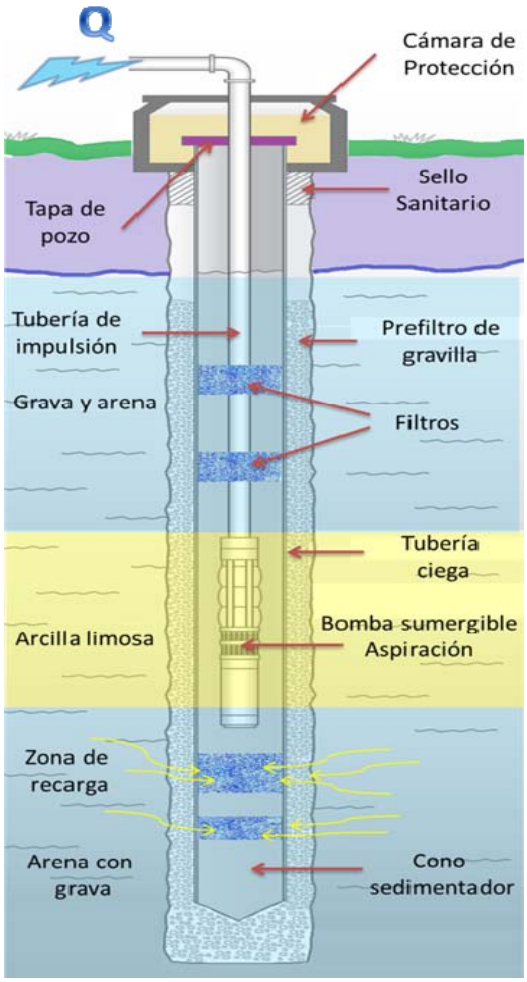


Figura N° 21: *Componentes típicos de un pozo de riego*

Fuente: Ortiz, 2015

A continuación, se describe el diseño del pozo, el cual se obtiene tras un análisis de gravimetría, para tomar medidas que se profundiza en el perfil del suelo, se van tomando muestras por cada metro perforado, a fin de poder establecer como es el perfil estratigráfico

del pozo y cuáles son las características del material en cada una de las capas observadas, la ubicación del sitio de perforación fue con la ayuda de análisis de *resistividad y potencial espontáneo*[10].

Tabla N° 5: *Descripción de pozos cuando se diseño*

Diseño del pozo de Flores Rancho		
Nivel estático: 7.7 m.b.b.p.[11] Nivel dinámico: 26 m.b.b.p. Instalación de bomba: 44 m.b.b.p. Caudal: 15 (l/s)		
Distancias	Unidad	Observación
0.00 - 0.70	m.s.b.p	Tubería de 10” de Ø
0.00 - 24.5	m.b.b.p	Tubería de 10” de Ø
24.5 - 27.5	m.b.b.p	Filtro R de 10” de Ø
27.0 - 29.5	m.b.b.p	Tubería de 10” de Ø
29.5 – 32.0	m.b.b.p	Filtro R de 10” de Ø
32.0 – 35.0	m.b.b.p	Tubería de 10” de Ø
35.0 – 38.0	m.b.b.p	Filtro R de 10” de Ø
38.0 – 40.0	m.b.b.p	Tubería de 10” de Ø
40.0 – 43.0	m.b.b.p	Filtro R de 10” de Ø
43.0 – 44.5	m.b.b.p	Tubería de 10” de Ø
44.5 – 47.5	m.b.b.p	Filtro R de 8” de Ø
47.5 – 53.0	m.b.b.p	Tubería de 8” de Ø
53.0 – 56.0	m.b.b.p	Filtro R de 8” de Ø
56.0 – 57.0	m.b.b.p	Tubería de 8” de Ø
57.0 – 58.5	m.b.b.p	Filtro R de 8” de Ø
58.5 – 59.5	m.b.b.p	Tubería de 8” de Ø
59.5 – 61.0	m.b.b.p	Filtro R de 8” de Ø
61.0 – 65.0	m.b.b.p	Tubería de 8” de Ø sedimento

Fuente: Informe técnico de pozo según GEOBOL Cochabamba (1985)

[10] La infraestructura de aprovechamiento, generalmente está dispuesta en diferentes niveles como ser: captación (bombeo), conducción (tubería de impulsión) y distribución (canales y acequias).
Desde el lado de los usuarios, está la gestión y el uso del agua, que definen la forma de organizar, administrar y mantener el sistema, en torno a la fuente de agua y la infraestructura de riego, hasta su aplicación en el área de riego, domicilios, industrias y otros.

[11] M.b.b.p. = metros bajo boca de pozo

Los detalles, del diseño del pozo, al momento de ser entregado en 1986, se realizó el aforo de pozo de Flores Rancho, el nivel estático se hallaba en 7.7 m. bajo la boca de pozo, el elemento aspirador de la bomba (turbina) se instaló a una profundidad de 44 m, se realizó un prueba de bombeo que resulto un caudal de 15 l/s fuente.

En marzo 2004, se realiza el primer mantenimiento del pozo, con la empresa San Rafael, quienes realizan el trabajo con el método del baldeo y pistoneado dentro el pozo, a los primeros 44 m de profundidad, para luego finalizar con el trabajo de limpieza y posteríos instalación de 2 bombas de pozos una de 2 Hp a 42 m la otra 15 Hp a 48 m.

En año 2014, se realizó el inventario de pozos profundos, en todo el municipio de Cliza, el objetivo concreto, es de recolectar datos importante del pozo dentro los sistemas de riego colectivo como particulares, estos datos corresponde a: tipo de uso, año de perforación, profundidad perforada, profundidad entubada, diámetro, nivel estático, nivel dinámico, profundidad instalada del pozo y potencia de la bomba entre otros, en la cual se pudo observar en el documento de los datos técnicos del pozo de Flores Rancho correspondiente al 2014, por tanto se puede hacer un análisis en base al tiempo como es el comportamiento del pozo.

Tabla N° 6: *Datos técnicos en tres distintos años del pozo de Flores Rancho*

Informe del pozo de Flores Rancho			
Datos	**Años**		
	1986	**2004**	**2014**
Nivel estático (m)	7.7	12	15
Nivel dinámico (m)	26	30	32
Instalación de bomba (m)	44	44 y 48	44 y 48
Potencia de la bomba (Hp)		2 y 15	2 y 15
Caudal (l/s)	15	12	9.5

En la tabla anterior, se puede observar, los cambios del nivel estático como el dinámico desde el año 1986 y 2014, con un descenso de 7.3 m. que representa un promedio 0.20 m/años, fenómeno que además se traduce en una posible modificación de las direcciones de flujo del agua, pero lo más alarmante es la disminución de caudales de 15 l/s a 9.5 l/s,

dando como resultado la no admisión de nuevos socios al sistema y la limitación de la producción agrícola de la región.

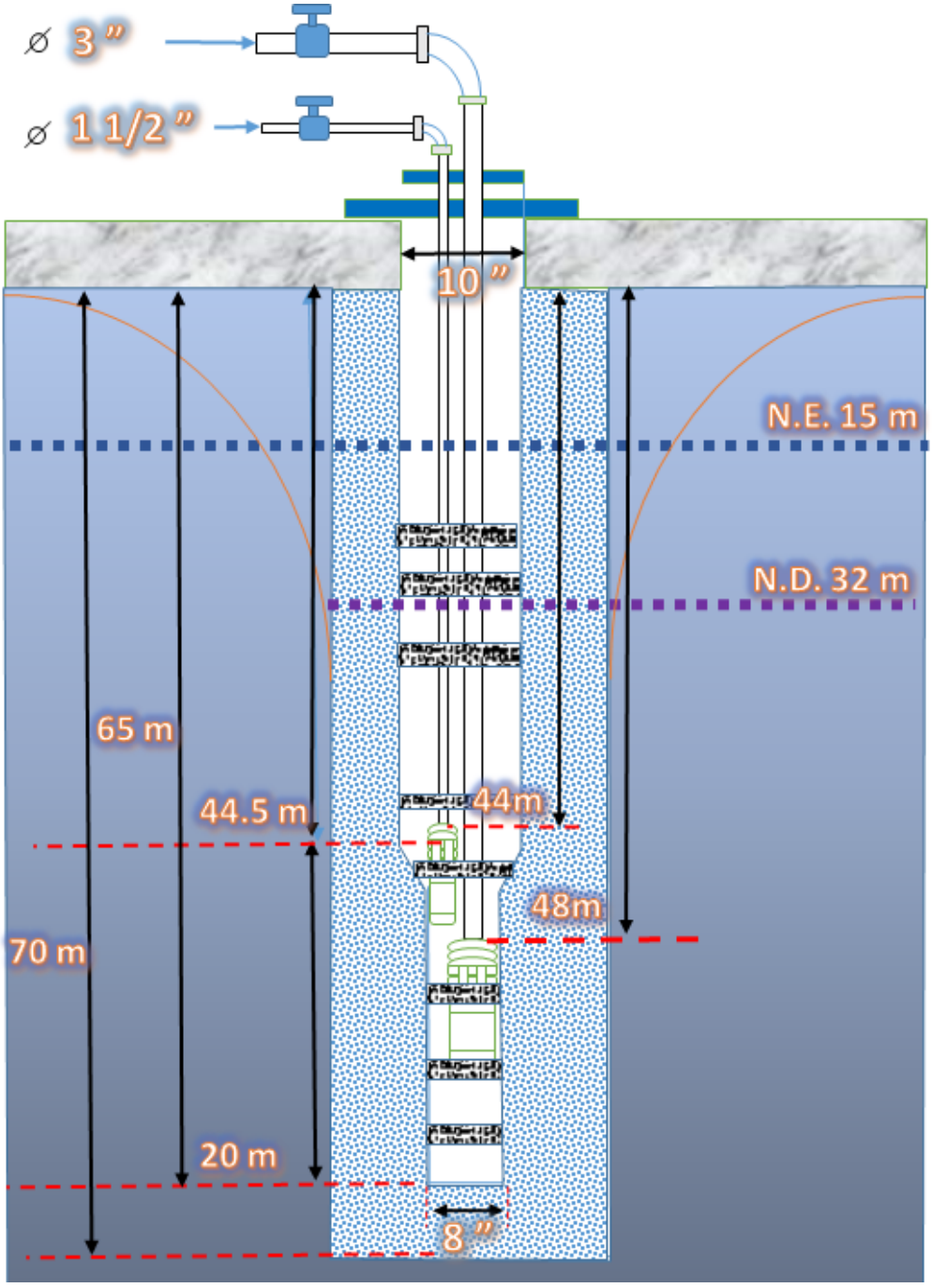


Figura N° 22: *Construcción de pozo de riego de Flores Rancho*

La (Figura N° 23), trata de ejemplificar gráficamente la disminución de los datos del pozo sobre una figura ilustrativa:

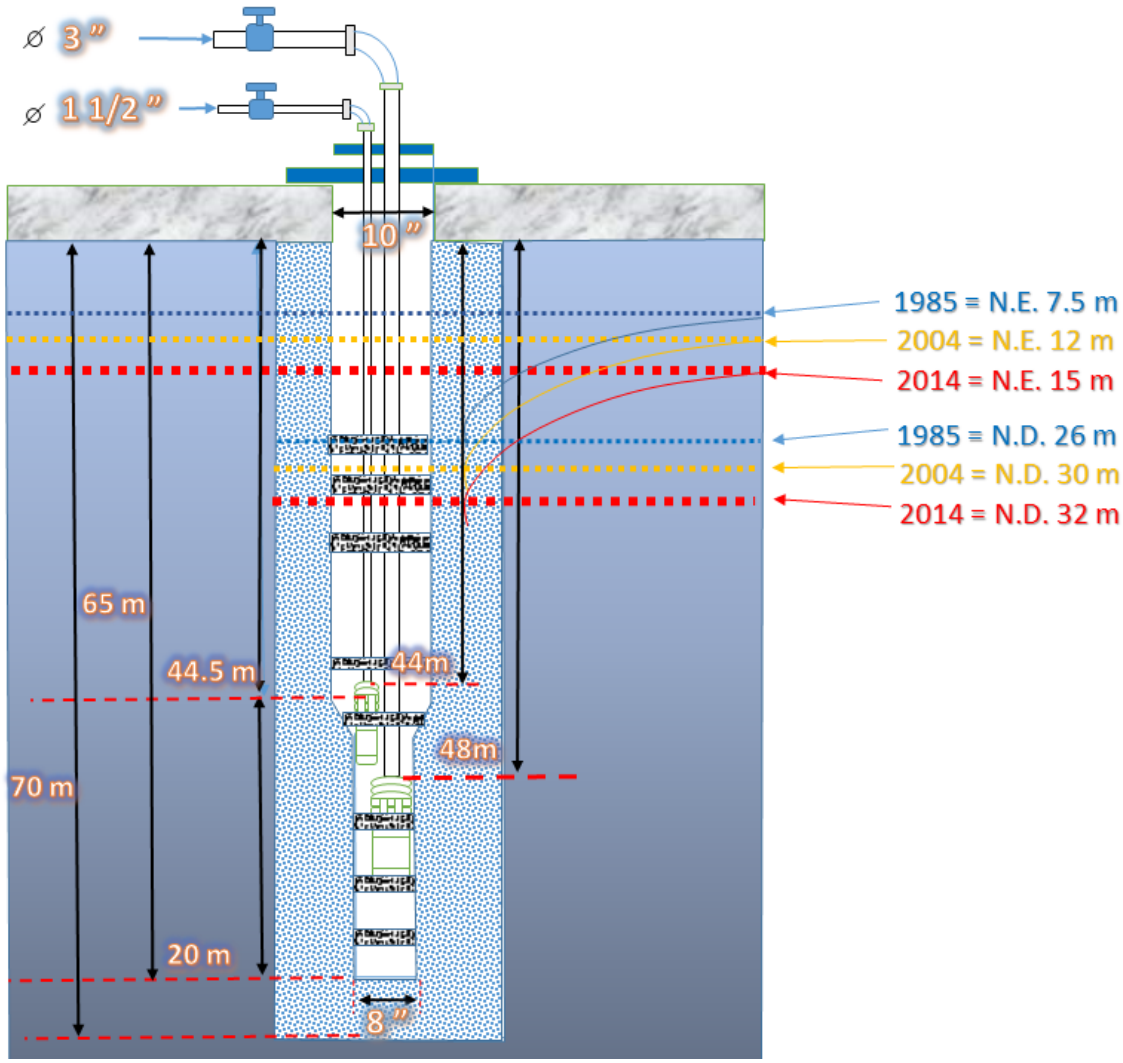


Figura N° 23: *Descenso de niveles estáticos y dinámicos en función del tiempo*

En la figura, muestra claramente, cómo disminuyen a lo largo del tiempo los niveles estáticos con sus respectivos años, y como así opera el pozo, también se puede afirmar, que los niveles dinámicos descienden juntos a los estáticos.

Los abatimientos de 1985 son de 18.5 m comparados con 2004 que fue de 18 m y contrastando con el último dato del 2014 es de 17 m. se puede ver que a medida que pasa el tiempo se acercan más los niveles estáticos y dinámicos, pero aun así la reducción de estos datos es bastante preocupante para el pozo y su sostenibilidad en función al tiempo.

Otro de los aspectos a tomar en cuenta son la posición de los filtros, en la tabla N° 5 se observa las posiciones exactas de los filtros, lo que se ve es que los filtros que están por

encima de los 32 m que llega hacer el nivel dinámico, quedan totalmente colgados, los cuales a la larga pueden traer consecuencias ya que están expuestas al arrastre de sedimentos finos, que afectará directamente a las bombas sumergibles provocando un desgaste mucho más rápido de lo normal.

Los filtros que están por debajo de los 32 m, son los filtros que aportan con aguas subterráneas a la explotación, por la poción se observa que esta zona está bien favorecida por materiales gruesos en el subsuelo donde se almacena la mayor cantidad de agua aprovechable, sin embargo, debido a los dos filtros “colgados” pueden concluir que la capacidad de recarga y almacenamiento ha disminuido más la sobreexplotación.

B Bomba del sistema de riego

Al inicio de la operación de estos sistemas, el pozo extrae agua a través de turbinas que está conectada a un motor de combustión, el cual utilizaba como combustible el diésel. Informe técnico de la perforación e instalación de la tubería de succión, revela que está instalado las tuberías estaba en los 44 m de la boca del pozo el años 1985, dando como resultados un caudal de 15 l/s, la operación de estos sistemas era muy complejo, porque necesitaba un técnico de motores para resolver distintos problemas que se presentan, bien la operación del sistema tropezaba con una dificultad concreta que era la compra de diésel para el funcionamiento de la bomba estacionaria, siendo muy moroso para los usuarios y la misma organización.

Con esos antecedentes el 2004, deciden cambiar este modelo de extracción de agua de los pozos, siendo que la empresa “San Rafael” cambie a un sistema eléctrico, adicionando dos bombas sumergibles una destinada al uso del riego con 15 hp de potencia, y un caudal de 12 l/s, la otra es de menor potencia 2 hp con una caudal de 2 l/s y solo es de uso para agua potable, este nuevo modelo de extracción de aguas, tiene sus ventajas, como ser la fácil accesibilidad cuando lo requieran, cambiando los motores de combustión a un solo botón de encendido, pero también conmina a depender de empresas especializadas a la instalación de estos equipos de bombeo, como también a un técnico de electricidad, que repare los problemas en el tablero de funcionamiento de la bomba.

Una de las observaciones es con la potencia de la bomba sumergible de 15 hp de potencia pueden generar hasta 24.7 l/s, duplica el caudal actual del pozo pero puede conminar a un descenso brusco del abatimiento y generar alteraciones dentro la infraestructura, pero aun así la bomba sigue siendo de gran potencia para el caudal y el uso dado por los usuarios en la actualidad.

El consumo por watts (w) de la bomba equivale a 0.329 Bs siendo categorizada Agropecuaria, con relación a la categoría domiciliar es de 0.6871 Bs, se observa una reducción casi del 50%, siendo una tarifa accesible para el sector agrícola. Un ejemplo es del mes de noviembre 2013 que se ve un consumo de 712 w que equivale una tarifa de 217 Bs, adicionado una tarifa fija de 27.9 Bs dando un total a pagar 297.9 Bs, los cuales se cubre con el pago por hora consumida que realiza cada usuario.

El funcionamiento, es básicamente, que la bomba sumergible impulsa las aguas para que sea conducida por una cañería de menor diámetro con relación al diámetro del pozo, hasta llegar a la superficie y posterior canalización para llevar al área de riego a través de canales rústicos de tierra y algunos tramos son de mampostería de piedra.

C Canales del sistema de riego

Los canales del sistema, son infraestructuras rudimentarias, (canales de tierra con ondulaciones), de los principales canales, su dimensión es aproximadamente de un 80 cm de base y 70 cm de alto, con una capacidad de 1465 l/s la pendiente (m/m) de 0.2 y una coeficiente de rozamiento (k) de 0.30, relacionando con el caudal del pozo de 15 l/s sin considerar la infiltración es una pequeña lamina que transita en dicho canal, pero a su vez como mencionamos anteriormente estos canales también son utilizados como drenajes, también se menciona que el mantenimiento de estos cuales solo se realiza una vez durante la campaña de riego.

La principal función de los canales, es de transporte de agua, desde la boca del pozo hasta la parcela, a ser regada por el socio, en este caso solo una persona puede regar por turno, siendo de entera responsabilidad del socio que solicita el agua, la limpieza de los canales principales son realizadas mancomunadamente, pero los canales secundarios y terciarios son de entera responsabilidad del socio a beneficiarse.

La comunidad, ya anteriormente mencionada, cuenta con fuente de agua subterránea, aprovechamiento de aguas del río con atajados en la parte superior del río Siches, entonces estos canales también pueden ser utilizadas en la conducción de dicha agua (Figura N° 24).

Figura N° 24: *Canales de conducción de agua de pozos*

Los canales, por lo general son de tierra, existe una parte que está revestido por piedras y cemento, pero se encuentra deteriorados por el uso y la erosión en época de lluvia, además se puede mencionar, que estos canales sirven de drenajes naturales en caso de inundaciones, el año 2013 se registra desborde del rio Toko, que atraviesa de Sud a Este siendo al bifurcación del río Cliza en la parte superior, durante esta época, los ríos crecieron a su máximo nivel y por tanto desbordaron, los canales pudieron mitigar este desastre que ocurrió ese año.

La (Figura N° 25), se observa el sistema de riego tradicional utilizada, su extensión aproximadamente es de 38 ha con un caudal de 9.5 l/s dando como resultado 0.25 (l/s)/ha este resultado muestra que es insuficiente para la extensión requerida, siendo que el caudal apropiado es Q máx. = 1 (l/s)/ha. Así mismo muestra los canales utilizados en sistema, las

cuales conducen el agua desde la fuente de agua, hasta las parcelas ya mencionados anteriormente, a su vez el área de riego presenta un desnivel hacia el oeste como unos 5 m. conformando dos pisos ecológicos de producción.

Figura N° 25: *Sistema de riego tradicional (canales de conducción)*

La línea azul, muestra la distribución de canales de manera general, abarcando la mayor parte de la superficie regable de la zona, dando oportunidad a todos los socios a que puedan tener los mismos derechos al uso del agua.

6.2.2 Gestión de riego por superficie con agua de pozos

La gestión de los recursos hídricos, nos referimos al conjunto de actividades y los medios necesarios para lograr los objetivos formulados, para la distribución y el uso del agua (Gerbrandy, y Hoogendam, 1998), tanto que es este capítulo conocemos cuales son los derechos de los socios, la distribución o reparto, la operación misma del sistema y cuales la forma de mantenimiento de la infraestructura del sistema.

A Derechos de agua

El origen de los derechos de agua de riego, para los socios de la comunidad se inicia a partir de la organización, para resolver un problema común a través del trabajo mancomunado, que se realizó con la perforación del pozo en el año 1985 aproximadamente, para los cuales se utilizó varios jornales de trabajo, formando grupos que rotan cada día en grupos de 10 personas, sacando y cargando agregados del río para comercializar al sector de la construcción, por tanto los que trabajaron una cierta cantidad de jornales tenía el derecho de gozar la utilización del sistema de riego y el agua potable de la comunidad, además del trabajo debían aportar 50 $us que se pedía como una cuota inicial, posteriormente se siguió pidiendo aportes para el inicio de la perforación y construcción del tanque elevado.

La expresión, de los derechos en los sistemas colectivos de riego con pozos, se expresa en una cantidad de arrobadas[12] o también la cantidad de horas utilizadas en 1/3 de ha, pero no es limitante la cantidad de horas, sino la extensión destinada como tope a ser usado por socio.

El intervalo de riego es de 15 días aproximado, esto varía según sea la demanda de riego por el socio o el orden de lista que maneja el encargado de reparto, pero no se ajustan a la demanda de riego por parte de los cultivos de la zona.

A continuación se muestra los detalles de los derechos de agua en riego como agua potable:

[12] Arrobada: se expresa como un 1/3 de la ha que es 3600 m2. en sistemas de riego campesino

Tabla N° 7: *Detalles de los derechos de funcionamiento del sistema*

Comunidad	**Flores Rancho**			
Nombre del Pozo	Pozos de riego #1	Pozos de riego #2	Pozos de riego #3	Agua Potable #4
Nº de usuarios	60			120
Requisitos para acceder a 1 acción	• Haber participado en el trabajo para la perforación del pozo • Pertenecer al área de influencia de la zona de riego o a la comunidad beneficiaria (para tener acceso al agua potable)			Haber sido socio del antiguo pozo Comprar una acción
Origen de los derechos de agua	La forma de adquirir derechos es por: • Participación y aporte en la construcción del pozo (jornales) • Sucesión hereditaria • Compra-venta. (Que actualmente se encuentra cerrado)			Pozo nuevo
Aporte acceder a 1 acción	800 $us			400 $us
Beneficio para nuevos socios	• Los mismo derechos que los antiguos			El mismo derecho
Contenido del derecho de agua	• Se tiene derecho al uso de la infraestructura. • Decisión de exclusión de usuarios. • Participación en la gestión, ocupando un cargo en diferentes niveles de la organización • Transferir su acción por herencia o compra - venta			
Obligaciones para mantener los derechos	• Participar en reuniones, cumplir con un cargo de la directiva. • Cumplimiento de los turnos de trabajos eventuales (limpieza canal principal). • Participar en aportes de mantenimiento y operación de la infraestructura. • No tener moras en el pago de cuotas y créditos. • Velar por la conservación y buen uso de la fuente e infraestructura de distribución. • Participar de las acciones comunales. (marchas, bloqueos, etc.)			
Expresión de los derechos de agua	Se expresa en tiempo: 10 horas de riego por mes, conocida como acción, que corresponde a un número de horas de riego con el caudal total del pozo. el mismo puede ser a demanda o por rotación el pago por hora que se realiza es de 8 Bs por 1 hora En caso de que sobre pases las horas establecidas pagan un monto extras de 2 Bs adicional al monto establecido.			Se expresa en contar con el agua potable las 24 horas del día sin interrupciones

Fuente: Oscar Delgadillo & Lazarte, 2007

Como en toda organización, existen sanciones al incumplimiento de funciones y/o trabajos establecido mediante una asamblea de orden general, es por ello que se dispone de reuniones con una suma de 20 Bs y trabajos de un jornal equivalente a un sueldo 80 Bs.

B Organización

La organización, de los sistemas de riego en la comunidad, es fortalecer a la coordinación de la gestión de agua del lugar, tomando decisiones de distintos niveles tanto para resolver problemas, como buscar mejorar dentro el sistema, el sistema está legalmente constituido por la Personería Jurídica, es decir que está legalmente reconocida en instancias superiores, al igual está en constante coordinación con diferentes organización de regantes a nivel municipal un ejemplo es la FEDECOR[13].

La normativa, que regula a la organización son reglamentos ya establecido, uno de los documentos importante son el Libro de Actas, son aquellos donde se rubrican todo lo hablado en las reuniones, siendo de entero dominio por el secretario de actas quien a su vez conforma la mesa directiva de la organización:

Tabla N° 8: *Conformación de la directica y funciones*

Conformación del directorio del sistema de riego de Flores Rancho	
Cargo	**Función**
Presidente	• Administrar la asociación • Coordina con diferente instituciones • Da cumplimiento con las reglas de la asociación • Vela el buen funcionamiento de la asociación
Vicepresidente	• Remplaza las obligaciones del presidente
Secretario de actas	• Anota todo lo acordado en asamblea dentro el libro de actas
Tesorera	• Manejan los recursos de la asociación • Vende turno de acuerdo al requerimiento del usuarios
Vocal	• Notifica a todos los socio de la reuniones y también de los extraordinarios reuniones
Motorista	• Da las horas compradas y verifique que llegue a la parcela del usuario • Tiene obligación de velar el buen funcionamiento del sistema dando parte al presidente de cualquier desperfecto

[13] FEDECOR; La Federación nacional de regantes y sistemas de agua potable (FEDECOR), tiene un vínculo muy estrecho con los regantes del municipio de Punata, ya que estos grupos de interés brindaron un fuerte apoyo para la conformación de dicha organización a principios de los noventas

C Distribución

La distribución del agua, forma parte de la operación del sistema de riego y se efectúa de acuerdo a la necesidad de socio, como también la disponibilidad del pozo, en cuanto al funcionamiento, la forma de solicitar turno de riego, es de carácter personal, primero quedando de acuerdo con el Motorista[14], para asignar un turno, quien manifiesta al secretario de hacienda, para la venta de un número de horas solicitadas y elaborar una lista de distribución, según a la orden de llegada o solicitud de los socios determinando las horas vendidas y horas disponibles.

La modalidad de entrega, es diurna pero existe un 10% de los usuarios que aprovechan durante la noche, soportando las inclemencias del tiempo, pero esto no es obstáculo, si más bien el tema de iluminación les causa dificultan el llevar el agua a sus parcelas, teniendo que conducir el agua.

La expresión de sus derechos al agua, es por un determinado tiempo, significa que el caudal aproximado es de 9.5 l/s, que actualmente se riega por inundación, transportando por canales de tierra, la dificultad que tropiezan es por la tardanza de transporte del agua hasta la parcela, un promedio aproximado es de 6 horas a la parcela más lejana, desde la fuente de agua, por lo general la utilización del sistema es entre los periodos de agosto y diciembre, durante este periodo las actividades de distribución son intensas, tanto en términos de reparto de agua, como de operación del sistema, actividades que requieren un alto grado de organización (Tabla N° 9).

Tabla N° 9: *Características de la distribución del agua de los pozos*

Nombre de la comunidad	Flores Rancho
Modalidad de entrega	Mono flujo
El flujo de entrega	9.5 - 10 l/s
Duración de la entrega	10 horas mensual
Número de usuarios día	1 a 2
Intervalo de entrega	8 a 17 días muy variable
Tarifa del agua Bs/hora	8 - 10 bs/hora

[14] Motorista = persona elegida por la asociación quien administra los pozos verificando las horas compradas de principio a fin, también es quien reporta el funcionamiento de los pozos, tablero eléctrico o algunas obras complementarias.

Generalmente, estas cuotas, están destinadas al pago de la energía eléctrica, gastos de representación de los dirigentes y en algún caso para eventos realizados en la comunidad, pero no para reponer o reparar futuras averías de los sistemas, cuando sucede algún problema optan por pedir cuotas para la reparación del sistema, para que no cause problemas en el suministro de agua en épocas de estiaje principalmente. Otra opción, es de solicitar apoyo por parte de la alcaldía quien con sus técnicos soluciona los problemas surgidos.

D Operación

La operación, de los sistemas de riego con agua de pozo, generalmente inicia de manera intensiva, desde el mes de julio hasta el mes de noviembre, siendo época de estiaje y finaliza al inicio de las lluvias de manera general, la operación del pozo es bastante sencilla. Pues esta requiere solamente el encendido y apagado de la bomba, tarea realizada por el motorista o bombero según sea conocido dentro el sistema de riego, que además anota a los usuarios que regaran en un tablero o cuaderno anotando la hora y fecha solicitan, además está encargado de entregar el agua en boca de pozo, a partir de la cual el usuario se responsabiliza por la conducción del agua, hasta su parcela designada existiendo multas si es que el socio revende sus aguas a otra parcela que no corresponda.

Por otro lado la cajera, realiza la venta de los boletos en coordinación con el bombero. Sin embargo, para que se realice una gestión transparente, el sistema le designa a un vigilante para el cumplimiento del horario de los turnos programados.

Para que suceda lo anterior mencionado, se realiza previa coordinación, dentro la asamblea de socios que por lo general se lleva acabo cada 5 de mes, es decir no importa el día que cae esa fecha la reunión de lleva acabo con total normalidad, estas reuniones se realizan en la Escuela Andina del Agua, ubicada dentro los predios de la comunidad a pocos metros del pozo, los acuerdos que llegan a efectuarse son la operación del sistema, la distribución de agua adecuada es equitativa entre los socios.

E Mantenimiento

Como en la operación del sistema, se tiene que mencionar, que los acuerdos del mantenimiento se realiza previa reunión donde fijan la fecha de trabajo, las multas, el material o herramienta requerida, entre otras cosas más, además debemos aclarar que la participación a esta actividad es de carácter obligatorio para todos los socios siendo la multa un jornal que equivale a 100 Bs.

Uno de los problemas, que atraviesa la organización, en la fuente de agua e infraestructura de captación, (bomba sumergible y sistema de control), se requieren de personal capacitado, para el mantenimiento de dichos elementos. Actualmente el manteamiento de este componente no se realiza de forma rutinaria sino más bien cuando exista falla, es decir o la bomba se quema o el pozo reduce su caudal y colapsa que son problemas que afectan su normal funcionamiento, realizando de esta manera solo mantenimientos de emergencia dentro estos componentes.

6.3 Características de la infraestructura de riego por aspersión, implementados en el sistema de riego colectivo de la comunidad de Flores Rancho

6.3.1 Sistema colectivo de riego presurizado de Flores Rancho

El sistema colectivo de riego de Flores Rancho, en los últimos años, viene trabajando en el uso óptimo de aguas, con implementación de infraestructura adicional al sistema utilizado en la actualidad, estos mejoramientos que son posibles gracias al apoyo del Municipio de Cliza a través de sus direcciones correspondientes, estos proyectos, tienen el objetivo de poder hacer un reparto más equitativo, efectivo para subsanar las necesidades de los cultivos que existente en la zona y sobre todo que posean las mismas oportunidades de acceso al agua para todos los agricultores de la región.

Uno de los proyectos encontrados en la comunidad de Flores Rancho, son la implantación de sistemas de micro riego, que comprende en presurizar el agua proveniente del pozo por tuberías (red principal) para disminuir los volumen de explotación y sobre todo los tiempos de entrega del agua a las parcelas, ya que el tiempo promedio que tarda en llegar a una parcela de distancia es 6 horas, adicionales al trabajo de regar la parcela con el método

riego por superficie, la construcción de sistema de riego presurizado comprende con tres grandes componentes la fuente de agua, el cabezal de bombeo y la infraestructura de conducción.

6.3.2 Fuente de agua para el sistema de micro riego

El sistema de micro riego de Flores Rancho, utiliza como fuente de agua el pozo antiguo #1, el (capítulo 6.2.1), donde se explica en detalle del funcionamiento del pozo como fuente de agua, la cual cubre un requisito clave en la implantación del sistema tecnificado, como ser el caudal de 9.5 l/s y la presión generada por la bomba sumergible, que se encuentra en el pozo, cabe remarcar, que el pozo solo almacena el agua hacia el deposito que está ubicado a pocos metros de distancia, depreciando la presión generada por la bomba sumergible.

La estación de bombeo, dentro el sistema colectivo de Flores Rancho, cumple funciones de control de la operación del riego, de manera general tanto para los sistemas tradicionales y sistemas tecnificados (aspersión y goteo), siendo que está constituida por el equipo hidráulico mecánico (bombas centrifugas y bombas sumergible) y eléctrico para el fin de controlar, encender y apagar cuando uno lo requiera para el riego de sus parcelas.

La (Figura N° 26), se descrive, los elementos que compone el sistema de riego presurizado del sistema de micro riego de Flores Racho, fundamentalmente la fuente de aguas y la cabezal de bombeo del sistema.

Figura N° 26: *Sistema de riego mixto (riego tradicional y riego por aspersión)*

Para que funcione, el sistema de riego tradicional, como el riego presurizado es necesario utilizar la energía eléctrica que brinda ELFEC a la zona a un costado del pozo, se observa el tablero de funcionamiento, que opera tanto la bomba sumergible como también las bombas estacionarias, los sistemas cuentan con dos bombas sumergibles, una que es de uso exclusivo para riego y la otra para agua potable. La bomba estacionaria está encargada de presurizar el sistema de riego por aspersión y la otra que trasporta el agua almacenada del depósito (cárcamo) hacia el tanque elevado de unos 25 m de altura.

6.3.3 Deposito de almacenamiento

Es la estructura de hormigón armado, que funciona como un reservorio de agua para el riego, que está ubicado después del pozo de bombeo, que tiene la función de alimentar con agua de riego al sistema de riego tecnificado que en este caso, es el de riego por aspersión,

a través de una bomba centrifuga que impulsa y conduce el agua hasta los hidrantes (Figura N° 27).

Figura N° 27: *Tanque de almacenamiento de agua*

El depósito de almacenamiento conocido también como “cárcamo”, tiene una capacidad de almacenamiento de 40 m3, que fue construida hace muchos años atrás. Surgió la idea de construir, porque tenían un problema los regantes con la comunidad, ya que el tanque elevado construido a pocos metros era muy pequeño aproximadamente de 12 m3 y por consecuencia se vaciaba muy rápido durante el día, haciendo que se corte el suministro de riego, para nuevamente llenar el tanque destinado para consumo de agua potable.

La idea era básicamente llenar el tanque elevado más el cárcamo, para no cortar el sistema de riego, la forma de operar era que el deposito alimentaba al tanque elevado con un bomba de menor potencia y que estaba automatizada.

El proyecto de tecnificación, propuesto por el programa “MI AGUA”, contemplaba un depósito de menor capacidad de aproximadamente de 12 m3 (Figura N° 28). Pero la operación se tornaría muy compleja, cuando se utiliza este depósito se debían utilizar dos

bombas una que se encuentra en el pozo y la otra que está por encima del depósito de almacenamiento para presurizar el sistema.

Figura N° 28: *Depósito propuesto por el proyecto de 12000 l*

Por esa razón, que el sistema de riego de Flores Rancho, sugiere utilizar los cárcamos como depósito de almacenamiento de agua, pero aun así el proyecto construyó el depósito adicional.

6.3.4 Bomba centrifuga para presurización

Uno de los componentes principales, para el funcionamiento del sistema es la bomba, que está encargada de generar la presión requerida por los emisores (aspersores) ya sean de menor presión o mayor presión y sobre todo cubrir la perdida de presión por la red principal.

La bomba centrífuga, denominada bomba rotodinámica de manera técnica y son un tipo de bomba hidráulica, que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido o también se entiende como "receptoras" o "generadoras" que se emplean para hacer circular un fluido en contra de un gradiente de presión (Figura N° 29).

Bomba centrifuga

Plaqueta de caracteristicas de la bomba

Figura N° 29: *Características de la bomba centrifuga*

La bomba que se encuentra en el sistema, es de la línea SAER ELETTROPOMPE de fabricación Italiana, cuenta con una potencia de 5,5 hp y rangos de emisión de caudal entre 12 a 30 m3/h o 3.33 a 8.33 l/s, también se observa que la altura de impulsión es de 33,5 hasta 43,9 m.c.a.[15] equivale a 4,24 bar de presión disponible para el sistema de presurización. Para el funcionamiento de la bomba se necesita electricidad trifásica[16].

Un problema, que se encontró en este componente es el estado de la bomba, Al momento de entregar el sistema de riego el año 2013 por parte de la empresa ejecutora, se realizó las respectivas pruebas de campo, mostrando presiones adecuadas y el funcionamiento de los aspersores en las parcelas, eso muestra los reportes del proyecto, pero cuando se pretendía utilizar el sistema se encontró con que la bomba no funcionaba, por el largo tiempo transcurrido.

Una vez, sacando de la caseta de bombeo, se llevó a reparar la bomba con técnicos especializados. El diagnóstico del estado de la bomba son poco alentadoras ya que se teme que la bomba tenga corto circuito, pero al conocer que solo se debió al desgaste de la

[15] m.c.a metros de columna de agua
[16]Trifásica; es un Sistema de producción, distribución y consumos de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas.

válvula de retención de agua los costos de la reparación asciende a unos 1000 Bs. Casi un 20% del costo total de la bomba, que oscila entre los 800 $us en el mercado (Figura N° 30).

Figura N° 30: *Reparación de la bomba*

6.3.5 Infraestructura del sistema de riego por aspersión

Las unidades, que componen la infraestructura como bien lo dijimos es; depósito de almacenamientos, bomba de presurización, las tuberías principales, los hidrantes, las tuberías móviles, los porta emisores y por último los emisores de distintos tipos.

En consecuencia, los sistemas de riego tecnificado de la zona, se caracteriza por que las tuberías principales están enterradas a lo largo del área, los hidrantes de distribución son los que separa de un tramo al otro con el fin de conservar la presión, los hidrantes de conexión son los que se vislumbraran a lo largo de las parcelas, de donde uno puede acceder al sistema, pero para este fin se necesita de accesorios complementarios.

Red principal

La red principal, son constituidas de PEBD o PEAD (polietileno de baja y alta densidad respectivamente) las cuales se utiliza por la resistencia que ofrece a diferentes presiones, Por tanto la red principal está distribuido de este material, en su interior trasportan el agua por todo el área regable.

La (Figura N° 31), se describe cómo está distribuido la red principal, por todo el área de riego, los cuadros muestran a los hidrantes que son un total de 33 cámaras de donde se conecta los equipos móviles, tubería de lona para regar dentro las parcelas.

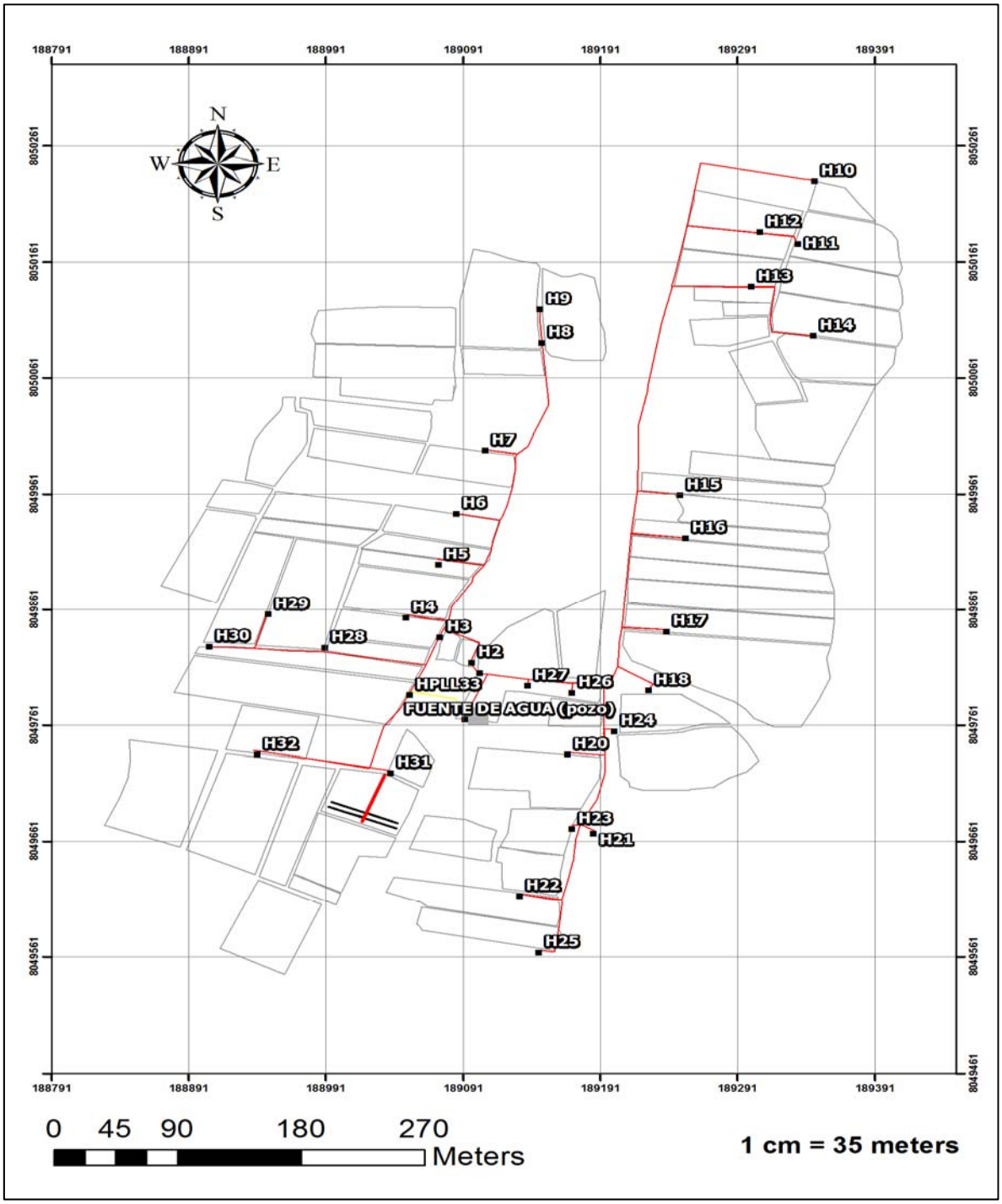


Figura N° 31: *Sistema de red distribuido por toda el área regable*

La ubicación de la fuente de agua, se encuentra casi al centro de área de riego, la distancia más larga que se encontró es la que está ubicado al Nort-Este de aproximadamente 680 m.

Estas líneas rojas, representan a las tuberías principales que están enterradas justamente al lado de los canales principales para no interferir con propiedades privadas (Figura N° 14). Los diámetros, varían en función a la conservación de presiones, es decir que al inicio son diámetros mayores y al final de estas líneas siempre terminan con diámetros menores, pero el caudal no cambia solo la presión es la que varía.

Cámaras de distribución de agua de riego

Estas cámaras, de distribución son las que brinda esa separación de dos líneas de riego, teniendo el objetivo de poder direccionar el flujo del agua en los sistemas y la conservación de presiones dentro la distribución de los ramales adyacentes.

Dentro el sistema, se observa la construcción de dos puntos, las cuales distribuye los dos lados del sistema las que esta hacía el Este y la otra al Oeste (Figura N° 32), estos hidrantes están ubicados dentro el predio de la comunidad siendo que no constituye algún perjuicio para algún socio.

Figura N° 32: *Cámaras de distribución del sistema de riego de Flores Rancho*

Todas las cámaras, tanto para hidrante de conexión como distribución, están construidas de ladrillo con revoque de cemento, permite el ingreso y carga de agua a cada sector o ramal de riego, cubierta de tapa metálica con armellas y candados para proteger de robos de

accesorios existentes en el interior de dicha cámara o dar un mal uso de los sistemas de riego.

Su funcionamiento es de poder direccionar el flujo del agua, es decir que si los socios del lado Este quieren utilizar tendrá que cerrar el paso de llave que se encuentra en el lado Oeste y viceversa si el usuario será del lado Oeste.

Hidrante de conexión

Los hidrantes, son los puntos de conexión de dos línea de riego móvil, separadas por dos llave de paso independientes cada uno, pero unidas por la línea principal, las tuberías que sobresalen de estos hidrantes, están adecuados para que los acople rápidos cumplan su función. Desde un hidrante se pueden utilizar para regar hasta dos parcelas, si son ubicados en lugares estratégicos.

Los hidrantes de la Figura N° 33, son los puntos de entrega de agua de riego se encuentran en las cabeceras o linderos de parcelas, que reciben agua de la tubería principal o secundaria como ya mencionamos, las válvulas de los hidrantes, no solo sirven para cerrar o abrir las aguas sino también se puede controlar el caudal y presión de agua en los laterales de riego.

Figura N° 33: *Hidrante de conexión*

Laterales de riego

Son mangueras de lona, puestas superficialmente, además de ser móviles de los diámetros son de 2” o 1 ½”, que se van direccionando y trasportando las aguas a medida que se va regando en la parcela, en ambos extremos se identifica acoples rápidos, para conectar ya sea al hidrante de conexión o a los porta aspersores.

Los que se encontró, fue que hay en existencia mangueras con tres distintos tamaños cada una utilidad para un determinado aspersor las cuales están total mente identificados, (Tabla N° 10)

Tabla N° 10: *Tres mangueras de lona de distinto tamaños*

Distancia (m)	Tipo de aspersor	Cantidad	Identificación por color
7	Aspersor Webber Xcel Plástico	16	Amarillo
12	Aspersor NAAN 5022 Plástico de ½ “M	5	Verde
15	Aspersor NAAN 233 Metálico de ¾ “H	4	Rojo

La (Tabla N° 10), se presenta, cómo se conforma las mangueras según sea su uso, es decir quien va necesitar usar el aspersor NAAN 233, optara por utilizar la manguera de 15 m, identificado con un color rojo, en las partes distales de la manguera, con el fin de brindar el espaciamiento suficiente entre aspersores, pues el radio de influencia de este tipo de aspersor es de 30 metros de diámetro y por consiguiente un radio de 15 entre aspersores, esto repetirá cuando se use alguno de los aspersores, otras mangueras son de acople que viene desde el hidrante de conexión hasta el primer aspersor (Figura N° 34).

Figura N° 34: *Mangueras de lona de distinto tamaño*

El funcionamiento de estas mangueras de lona, es básicamente direccionar el flujo del agua para los emisores uno de los accesorios más adaptables para estos sistemas son los acoples rápidos, los cuales están hechos material de aluminio, la forma de utilizar estos accesorios es solamente asegura la parte superior con un pequeño seguro, ya que en los bordes de estos acoples se encuentran un seguro de goma, pues al transitar el agua con presión estas gomas o seguros actúa de sellante para que no exista ninguna fuga de agua.

Estos acoples, en las últimas décadas, han cambiado a los acoples tradicionales de plomería que son muy complejos y requieren de herramienta específica y la incorporación de mangueras de lona, cambiaron totalmente el modo de regar utilizando tuberías de politubo que fueron difíciles de utilizar con el transporte mismo del equipo (Figura N° 35).

Figura N° 35: *Acoples de aluminio para sistemas de riego con mangueras de lona*

Porta aspersores

Son el tubo que porta el aspersor de material plástico rígido. Su longitud es variable y depende de la altura del cultivo que se vaya a regar; así los tubos más utilizados son de 1 y 1.5 m de longitud. Los diámetros comerciales de estos tubos están comprendidos entre 0.5 y 1 pulgadas (19-25 mm).

La (Figura N° 36) describe los acoplamientos o enlaces rápidos, se utilizan con objeto de facilitar la conexión y desconexión del tubo porta aspersor, al ramal de aspersión y hacer

posibles dichas operaciones sin detener el funcionamiento de la instalación, lo cual permite también revisar los aspersores o bien trasladarlos a otro ramal.

Figura N° 36: *Porta aspersor más acople rápido*

Aspersores

La (Figura N° 37) describe los aspersores, utilizados en el sistema son de impacto, que giran mediante el impulso del chorro del agua sobre un brazo oscilante, que se desplaza y vuelve a su posición inicial gracias a un muelle recuperador, la velocidad de giro es relativamente pequeña, por lo que se les considera aspersores de giro lento.

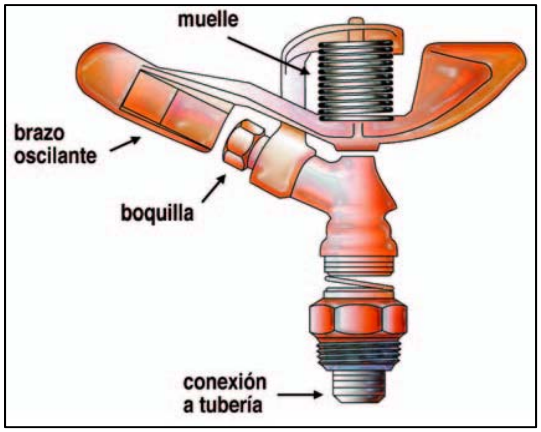


Figura N° 37: *Componentes de un aspersor de impacto*

Fuente: Fernández 2000

Los aspersores utilizados, disponen doble boquilla, una de las cuales, denominada boquilla motriz, producen el chorro que impacta sobre el brazo móvil, son de plástico que resiste al desgaste por rozamiento del chorro.

También se observa, que hay un aspersor más pequeño y su funcionalidad es de turbina su giro es continuó, empleando la presión del agua a su paso por un mecanismo de engranajes que va unido al cuerpo del aspersor.

En general, los tres tipos de aspersores que cuenta el sistema de riego:

Tabla N° 11: *Característica de aspersores utilizados en sistema de micro riego*

características	**Aspersor NAAN 233 Metálico de ¾ "H**	**Aspersor NAAN 5022 Plástico de ½ "M**	**Aspersor Wobbler Xcel Plástico**
Boquilla	5.0 y 2.5 mm	3.5 y 2.5mm	3.97 mm
Caudal	1.930 l/h	1.160 l/h	720 l/h
Diámetro de humedecimiento	32 m	24 m	13 m
Presión	3 atm.	3 atm.	2 atm.
Espaciamiento entre aspersores	15 m 15.20 bar	12 m 12.16 bar	7 m 7.19 bar
Lamina de riego obtenida	3 cm/h	4 cm/h	5 cm/h

Fuente: proyecto de micro riego 2013

Analizando la (Tabla N° 11), podemos observar que los dos primeros aspersores tanto el NAAN 233 y 5022 son aspersores acordes para la agricultura, porque presentan diámetro de alcance, que abarca una distancia considerable en la parcela, también se observa que la aplicación de riego muy bueno porque oscila entre 1.9 a 1,2 l/h, esto muestra que la utilización de estos aspersores reducen el tiempo de aplicación, tanto el número de pociones, el otro Wobbler Xcel es un aspersor catalogado para jardín, abarcando poca distancia y no requiere una presión alta para su funcionamiento.

Una vez, conociendo, los elementos que componen el sistema de micro riego de Flores Rancho, tanto el cabezal de bombeo, como las obras de arte complementarias, como la red principal, los accesorios utilizados entre otros.

Una vez identificando, los elementos que compone el sistema de micro riego se procede a realizar un análisis del cálculo agronómico del sistema para poder observar si existe dificultes dentro este tema.

6.3.6 Aspectos considerados de los diseños agronómicos del sistema de riego por aspersión

En la (Tabla N° 12), se presenta el calendario agrícola adoptado en la zona de estudio, las tierras mayormente se cultivan en época de lluvias, con siembras de año, también se puede mencionar, que el riego permite mantener superficies importantes de alfa alfa y la aplicación de riegos de barbecho para maíz.

Tabla N° 12: *Célula de cultivo de una campaña de riego*

CULTIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz			C				p			S		
Papa		S			C					p		
Alfa-alfa	S				C							P
Duraznero					C				S			
Cebolla 1				P		S				C		
Zanahoria	S				C							P
Siembran (S), cosecha (C) compran de semilla (p)												

Requerimientos de agua

Para realizar el cálculo de los requerimientos de agua y la programación de riego por el método de balance hídrico, se ha establecido una cedula de cultivo proporcionado por la zona, cuya extensión de superficie, método de riego, forma de riego, calendario de agrícola y condiciones climáticas, en consecuencia, podemos revisar la programación de riego para el cultivo con una media requerimiento hídrico.

La (Figura N° 32), se presentan la evapotranspiración de los cultivos, predominante de la zona estos también son mencionados por el proyecto, pero se realiza un pequeña revisión si existe diferencias, cabe mencionar que el cálculo del ETc está realizado para la zona con las condiciones físico químicas del lugar se puede revisar en el (Anexo N° 4), determinando

los cálculos de riego, para todo el año, de acuerdo al calendario agrícola presente en la zona como propuesto por el proyecto (Figura N° 38).

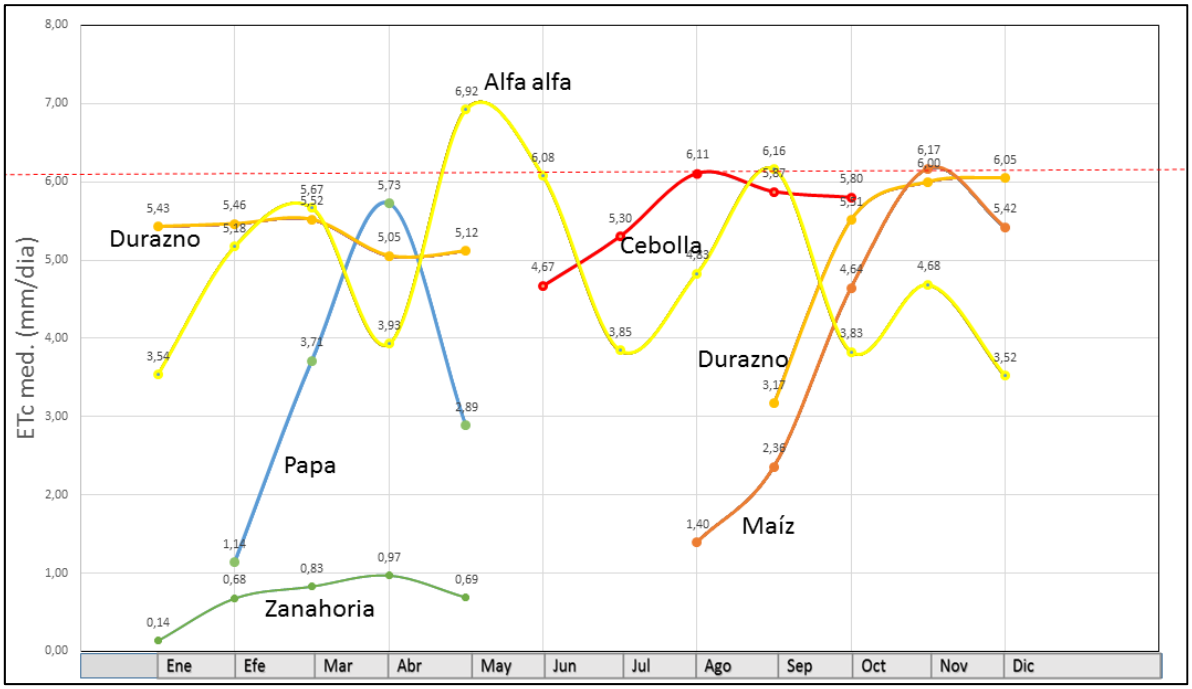


Figura N° 38: *Determinación de ETc medio*

Agua total disponible en el suelo

La lámina de agua disponible en los suelos del Municipio de Cliza es 110,84 mm, de manera general, esta cantidad de agua se queda en la zona radicular de las plantas, entre la capacidad de campo y el punto de marchites permanente

Agua fácilmente aprovechable en la zona radicular

La lámina de agua fácilmente aprovechable es de 49,80 mm, se ha calculado para la profundidad efectiva de las raíces en ¾ de la profundidad total del cultivo de alfa alfa que es 0.6 m, como referente de una media de los cultivos de la zona.

Lámina de agua fácilmente aprovechable a la profundidad radicular efectiva o lámina neta

La lamina de riego fácil mente aprovechable en 0,45 m de profundidad efectiva se realiza los cálculos cuando consuma del 80% del total consumido por la planta, esta lamina fácilmente aprovechable por la raíza es de 28 ,05 mm

Agua a ser regada para cubrir la Lámina bruta

Para obtener parámetros concretos de la lámina bruta aplicara para alcanzar los 28,05 mm que requiere es necesario conocer la eficiencia con que cuenta la aplicación del método de riego utilizado en la zona.

Tabla N° 13: *Eficiencia de riego*

Sistema de riego	Eficiencia (%)
Inundación	50 -60
Aspersión	75 – 80
Mini – Aspersión	80 – 85
Micro – aspersión	90
Goteo	85 – 90

Fuente: Anten y Willet 2000

Esta lamina bruta obtenida es de 37,4 mm, la cual asegura que cubrirá la demanda de la raíz de 28.05 mm, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del agua a nivel de riego por aspersión

Intervalo de riego

El intervalo de riego de relacionado por el consumo del ETc máximo y la lámina bruta demandada se ve que los intervalos de riego son de 7 días, entre riegos

Para poder ejemplificar gráficamente los datos obtenidos por el analizas del diseño agronómico se observa en la figura siguiente:

La (Figura N° 39), describe los requerimiento agronómicos del cultivo de alfa alfa, utilizado este cultivo como referente de cultivos, que se ajusta a otro cultivos predominantes de la zona de estudio que son inferiores las zonas radiculares.

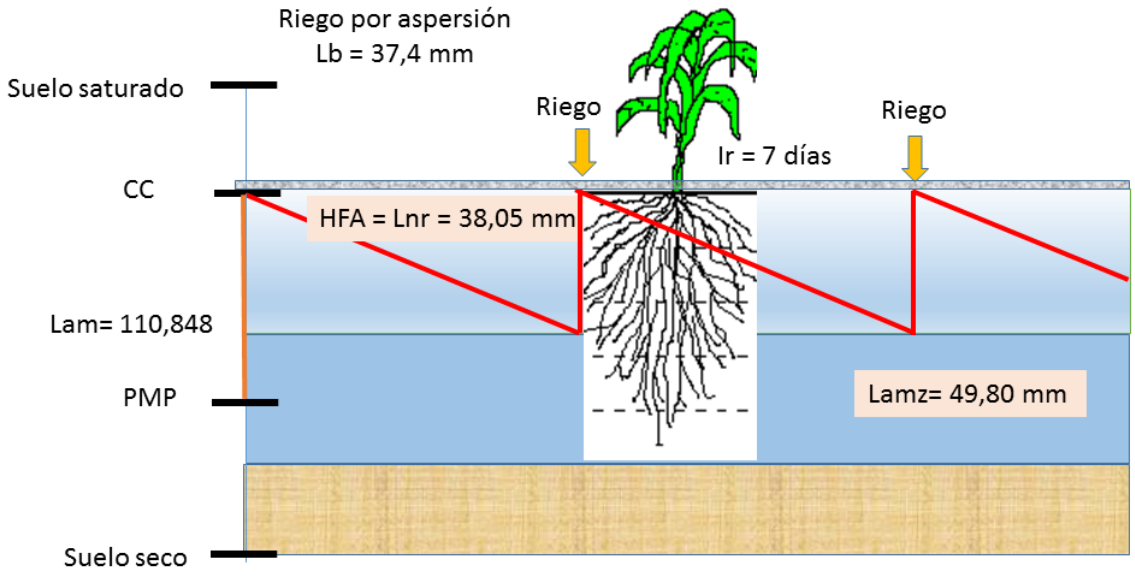


Figura N° 39: *Demanda de riego por el cultivo*

6.4 Componentes de la gestión considerados en el proyecto

En este acápite, conocemos cuáles son los elementos o criterios que se utilizaron en la formulación y posterior ejecución del proyecto de micro riego en el sistema de Flores Rancho, para poder entender, cuales son los componentes que se modificaron en la gestión del sistema de riego tradicional a un sistema de riego tecnificado.

6.4.1 Derechos de agua

Durante la revisión de proyecto "*Sistema De Micro riego Presurizado En El Municipio De Cliza",* revela información acerca de cómo plantea el proyecto "*Que derechos de los usuarios se ajustan al nuevo sistema y los cambios serán paulatinos*" sobre el riego tecnificar en los sistema tradicionales, ahora bien el caso de Flores Rancho, se conoce sobre el planteamiento que los derechos de agua entre los socios serán modificados, pero que en la realidad no han sido modificados por que simplemente aun el sistema no ha sido utilizado por todos, no existe una modificación dentro su gestión de riego.

Por tanto, los derechos de agua, de los socios sobre el proyecto no se observa modificaciones críticas, sino refuerza los derechos actuales, que contemplan las 10 horas de uso por socio, que es equivalente a una arrobada, es decir 1/3 de ha. que en la práctica real es insuficiente este tiempo para regar con el nuevo método de riego.

6.4.2 Organización planteada según proyecto

El proyecto plantea que "*El éxito de la administración, operación y mantenimiento del sistema de riego, que es ante todo comunitaria, depende de una buena organización de los usuarios: para dicho cometido se ha elaborado los estatutos y reglamentos internos conjuntamente la organizaciones de los regantes del proyecto, que a partir de su aprobación ya rige en base a ese documento, ya que en ello contemplan todas las bases de organización para un buen funcionamiento del sistema de riego*" según el proyecto de micro riego propuesto (2012).

Este documento no refleja lo mencionado por el proyecto es decir que existe un vacío de cual los mismo socios se encuentran con bastantes dificultades ya que no se alcanzó difundir la idea de crear esta nueva organización, su rol protagónico, los alcances que representa, entre otros temas.

Es por tanto, que el funcionamiento del sistema está comprometido con la organización de los socios, para su desenvolvimiento en la operación del sistema, y que está realmente funcione y cumpla con los objetivos planteados por el proyecto.

6.4.3 Distribución

En cuanto a la distribución del agua con este nuevo sistema no se ha podido determinar con exactitud cuales la nueva estructura de funcionamiento del sistema, es por tanto que se revisa los documentos para observar cual es la idea de la nueva distribución y la metodología que se utiliza para su aplicabilidad.

En la cual se halla, datos puntuales de distribución según las evaluaciones y cálculos que se realizan con los aspersores y la lámina requerida dentro la proyección del proyecto, es decir que los elementos que constituye la distribución del agua cambia según los datos proyectados, como ser caudal proporcionado, frecuencia y tiempo de riego. Las cuales no son las mismas que el riego tradicional.

Los datos observados en el proyecto, mencionan que las frecuencias de riego será de 7 a 10 días y el tiempo de 5 a 6 horas por cada posición, es decir que si dentro el terreno existe 3

pociones el tiempo estimado es de 15 horas si en caso es de 5 horas por poción adicionando el tiempo que tarda en mover por cada poción.

Esto hace muy complejo la utilización del sistema, por parte del socio que no adquiera el conocimiento del tema, formando bloqueos en la adquisición de conocimientos y haciendo que el método de riego no sea aceptado por la organización.

6.4.4 Operación

Las actividades de la operación del sistema, es parte fundamental del funcionamiento, una vez ejecutado el sistema dentro la zona, revisando el proyecto sobre el tema de operación dice:

> "*La operación de la bomba del pozo de riego está a cargo del encargado de bomba y la distribución o conducción es a través de canales rústicos donde las pérdidas, alcanzan a más del 20 %. Con el mejoramiento del sistema la operación y beneficios serán inmediatos*"

Este concepto, de operación es muy vago y sobre todo vacío, no ayuda en nada en el manejo del nuevo método siendo este el punto crítico del funcionamiento del sistema, si menciona la descripción general de los componentes que conforma toda la estructura, pero no dice nada sobre cómo se opera el sistema, es decir que no se conoce cuanto tiempo necesita para almacenar agua al depósito de almacenamiento, ni mucho menos el tiempo que tarda en vaciarse, que cosas debe hacer antes de encender la bomba, como debe uno operar el sistema de riego móvil dentro las parcelas, los arreglos que debe realizar para el armado, entre otros.

Estos aspectos no se tomaron en cuanta, como un punto crítico de funcionamiento del sistema, por eso existen estos vacíos que consolida a la no utilización del sistema.

6.4.5 Mantenimiento

El proyecto considera, que uno de los aspectos importantes en el mantenimiento del sistema, explicando que las actividades se deben realizar de forma continua o periódica con

el objetivo de la conservación y prolongación del sistema, tanto para las obras hidráulicas y equipos de riego.

Tomando en cuenta, que todas estas edificaciones están expuestas al deterioro y a la ocurrencia de daños, la comunidad debe enfrentar estas situaciones mediante procedimientos de mantenimiento rutinarios, prevención y reparación, para lo cual se requiere la organización de los socios, recursos económicos, mano de obra calificada si es dentro el cabezal de bombeo, entre otros.

Mantenimiento rutinario: Actividad ejecutada en forma permanente por los usuarios, destacando la limpieza de la infraestructura de riego en general y la reparación de las partes dañadas, la reparación más frecuente son el reemplazo de empaquetaduras de válvulas y conectar las mangueras, sustitución de tramos de mangueras rotas uno con fisuras y cambio de aspersores, actividades que no se realiza en el sistema.

Mantenimientos preventivos: Actividad, que permita prevenir daños en el futuro mediante limpiezas periódicas de tanque de agua, cámaras de llaves, chupadores de bomba y aspersores y protección de tuberías de riego, remoción inmediata de tuberías rotas, válvulas, líneas móviles y aspersores.

Mantenimiento de emergencia: Actividad ejecutada en forma rápida, cuando se presenta daños ocasionados por factores externos (clima, hombres, animales), que comprometen el funcionamiento del sistema de riego. Reparación inmediata de tuberías rotas, válvulas, líneas móviles y aspersores.

En la actualidad no existe algún antecedente de algún mantenimiento del sistema, desconociendo totalmente la importancia del mantenimiento para la presentación del sistema de riego tecnificado.

6.5 Razones técnicas y socioeconómicas que están dificultando la adopción del riego presurizado en el sistema de micro riego de Flores Rancho

Para el análisis completo, se identifican las razones técnicas y socioeconómicas, que dificulta el funcionamiento del sistema ya sean los cálculos hidráulicos o agronómica del

sistema o la parte operatividad del sistema, por parte de los socios que conforman la organización en el manejo de los equipos de riego, adicionalmente se incluye los aspectos económicos que incide en la no adaptación del nuevo método de riego.

6.5.1 Razones técnicas

Para este análisis se realizó una evaluación hidráulica del sistema, en base al cual se identificó los factores que están impidiendo el pleno funcionamiento y operación del sistema a nivel comunitario. Antes de la evaluación, se hizo un análisis de las dificultades de infraestructura que existen en el sistema de micro riego de la zona de estudio, para identificar de inmediato si existen problemas a nivel de infraestructura física que estén impidiendo el manejo de este nuevo método de riego.

Infraestructura hidráulica

A Sistema de bombeo y almacenamiento

El análisis de la infraestructura del cabezal de bombeo y de almacenamiento se basa en comparar escenarios, utilizando los resultados obtenidos en las evaluaciones hidráulicas del sistema.

La propuesta original del proyecto viene acompañado con un depósito de 12000 l, que está construido con hormigón armado, en su interior está dividido en dos cámaras, la primera que está conectada con el pozo de riego y sirve para disminuir el movimiento de agua que viene del pozo a través de la tubería, la otra segunda sirve para sedimentar el arrastre de material (limo, arcilla o arena) del pozo de riego, para que luego sea presurizado por la bamba centrifuga. Las conexiones de tubería están directamente del pozo regulado por una llave de paso matriz, pero no se encontró indicios de ser utilizado hasta la fecha.

El otro esquema que cuenta el cabezal de bombeo es propuesto por los socios del sistema utilizando el depósito de 40000 l, que fue construido los años 90 aproximadamente y refaccionado el años el 2013, cuando se realizaban los trabajos del sistema de micro riego. Las características particulares es que está semienterrado el depósito, la conexión es directa con el pozo riego tradicional, que a su vez está regulado por un llave de paso, contrastando con el depósito de 12000 l que se construyó con el proyecto y en el depósito de 40000 l que

tiene la organización se decidió instalar la bomba centrifuga, por ser de mayor capacidad de almacenamiento. Pero a su vez el depósito grande no cuenta con cámara disipadora de turbulencia, es por tanto que el agua se encuentra constantemente turbulenta, pero que no afecta mucho en la presurización.

La (Figura N° 40), muestra el esquema de la distribución de los distintos componentes del cabezal de bombeo y almacenamiento de agua, para luego presurizarlo a la red principal y poder hacer uso en el momento de riego. Descartando el depósito que venía con el proyecto de 12000 l, en las últimas reuniones los socios analizan la posibilidad de conectar con una tubería los dos depósitos, para tener una mayor capacidad de almacenamiento, pero aún no se conoce con exactitud cuándo se realizará el trabajo.

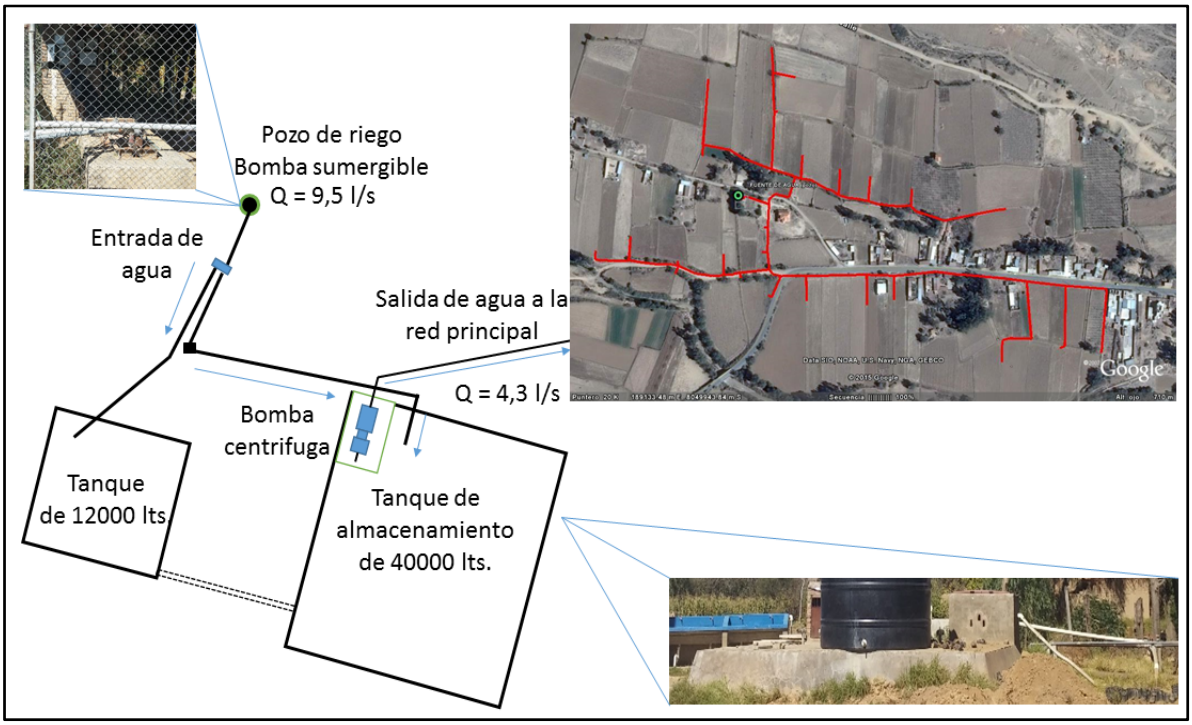


Figura N° 40: *Esquema de operación del sistema de riego por aspersión*

Uno de los puntos críticos para descartar el depósito de 12000 l es el tiempo que tarda en llenar con la bomba sumergible siendo que ésta tiene un caudal de 9.5 l/s, y realizando algunos cálculos con ambos depósitos se observa cual es la mejor opción (Tabla 14).

Tabla N° 14: *Tiempo de llenado de los dos tanques de almacenamiento*

Entrada de agua			
Tipo de bomba	**Q (l/s) pozo**	**Vol. (l)**	**Tiempo de llenado (min)**
Bomba sumergible de 15 HP	9,50	12000	21
	9,50	40000	70

La tabla, muestra los tiempos de llenado del depósito de 12000 l en un tiempo de 21 min, y la otra de 40000 l requiere un tiempo de 70 minutos. La cual abastece para un tiempo estimado de 3 horas con 17 minutos de presurizar el sistema, pero aun así se tiene que volver a llenar el depósito, para seguir utilizando el sistema de riego por aspersión, provocando por una parte la paralización del riego y la otra la colaboración de una tercera persona en el momento del riego, para que esté pendiente de la disminución del nivel de agua en el depósito, esto para que no observa aire la bomba centrifuga.

Valorando los problemas que existen en el sistema de bombeo del pozo y almacenamiento de agua para riego, se observa que existe falta de información a nivel organización sobre el funcionamiento del cabezal de bombeo y la urgencia de **automatizar** el sistema de bombeo cuando disminuyen los niveles del depósito de almacenamiento, para hacer más fácil su operación y no arriesgar a las bombas del sistema.

B Actividades de operación en el sistema

Las actividades para la operación del sistema de micro riego son múltiples, por una parte es la operación del **cabezal de bombeo**; estas incluyen las actividades que se realiza en encender la bomba, controlar los niveles de depósito de almacenamiento, para encender la bomba de riego que suministre al depósito, la revisión de hidrantes de distribución para direccionar el flujo por una parte al este y la otra al oeste, otra actividades es de revisar los hidrantes de conexión para que no exista fugas.

Todas estas actividades de operación del sistema de riego por aspersión es necesario realizar antes de utilizar el sistema de riego, si bien aseguran el funcionamiento del sistema micro riego de Flores Rancho, no se conoce quien o quienes realiza todas estas actividades, antes y durante el riego por este sistema, ocasionando un desconocimiento de la operación y manejo del cabezal de bombeo y la red principal.

C Manejo del equipo móvil de riego por aspersión

La presencia de equipos de riego por aspersión en parcelas, influyen de manera directa en la utilización del sistema, es decir que si existen los equipos y accesorios adecuados, los mismos socios tienen la oportunidad de usar y probar el sistema, para que por sí mismos prueben si les gusta el sistema, si es adaptable a su forma de riego y sobre todo que estén convencidos con la nueva modalidad de riego en sus parcelas.

Para poder entender el manejo del sistema de riego por aspersión se diferencian entre la operatividad del sistema desde el cabezal de bombeo, conducción del agua, salida por los hidrantes y el armando del sistema de riego móvil ya en las parcelas.

En la práctica se observa varios factores que impiden el funcionamiento del sistema, en particular la falta de equipos móviles de riego por aspersión EMRAs, las cuales conforman los accesorios para el riego por aspersión, ya que se observa que cuentan con un solo tipo de arreglo de aspersores en el sistema al momento del riego, las mangueras de lona utilizadas en sistemas son las más adecuadas, para el traslado de los equipos desde el depósito de los equipos hasta las parcelas, esto por ser mucho más livianos.

Entre los accesorios utilizados, los acoples rápidos de la Figura N°41, resultaron muy útiles al momento del armado ya que no representa complejidad en la utilización por parte del socio, siendo muy efectivos en la retención de la presión y no permitiendo fugas de agua, pero la cantidad y la variabilidad de estos accesorios posibilitaría poder armar de distintas maneras, logrando el mejor arreglo para la zona.

***Figura N°** 41: Manejo de los equipos móviles de aspersión*

Otro de los problemas encontrados en la falta de herramientas (llave Stilson, desarmadores, etc.), que ayude al armado del equipo ya que se necesita para asegurar estos acoples a los hidrantes de salida. Para poder entender e identificar problemas de manejo, se realizó la descripción de las actividades realizadas para las diferentes etapas de utilización del sistema.

La (Tabla N° 15), refleja los problemas principales así como algunas facilidades de manejo que se necesita para la operación del sistema.

Tabla N° 15: *Descripción de la operación en sus diferentes estamentos*

La operatividad de la infraestructura	
Traslado de equipos	Los usuarios manifiestan que el traslado de todo el equipo se hace complicado al no contar con herramientas apropiadas para el traslado y además, que no puede trasladar todos los equipos en mano ya que el módulo se hace pesado.
Empalme de líneas	Uno de los temas críticos es el de no contar con accesorios que puedan proporcionar un mayor desenvolvimiento del armado de líneas y las conexiones que se realiza en los hidrantes. Los acoples dobles de aluminio, requieren de maniobras más simples (sin necesidad de herramientas) además el tiempo de demora para efectuar las conexiones es menor que en el primer paso.
Instalación de aspersores	La cuestión del equipo móvil de riego por aspersión si se conoce la técnica es muy sencilla siempre y cuando se adquiere destreza en la práctica.
Maniobra de válvulas	En válvulas de "bola" de 3 pulgadas, las manipulaciones de apertura o cierre no se efectúa con cuidado, aumentando el riesgo al "golpe de ariete". Asimismo, en todo el sistema los usuarios entienden que se debe purgar todo el sistema antes de utilizar.
Cambio de posición	Las maniobras en los cambios de posición, son dificultosos porque después del riego y la textura arcillosa el acceso se dificulta hacia la llegada a los aspersores y mangueras para su traslado.

Por otra parte la opinión del agricultor beneficiado ayuda a comprender cuales son las deficiencias del manejo:

"El manejo del sistema se hace complejo al no conocer cómo se usa los aspersores a cuanto de área se riega y cual manguera utilizar para cada aspersor porque hay tres medidas y no podemos distinguir cual es cual, haciendo muy difícil instalar en las parcelas" (Entrevista a Don Gregorio Medina, Comunidad Flores Rancho, 14 de noviembre de 2015)

Conociendo la opinión del agricultor se percibe que los encargados del A.T.I. (Acompañamiento Técnico Integral) del sistema de micro riego han sido deficientes, ya que los agricultores tienen un total desconocimiento del uso de sistema de riego por aspersión, además hasta la fecha no se cuenta con registro de usar el sistema en una campaña de riego por los agricultores.

6.5.2 Evaluación de parámetros hidráulicos

A Caudales y presiones a nivel de aspersores

Dentro del análisis hidráulico, del sistema de riego por aspersión, se determinó cual es el estado de funcionamiento de todos los equipos, piezas y estructura que conforma la red de captación, conducción y distribución del sistema, obteniendo los caudales y presiones en los aspersores.

Las pruebas se realizaron en ubicó los hidrantes que se encuentran más lejos del cabezal de bombeo, que posibilite la funcionalidad del sistema de micro riego, tomando en cuenta que los hidrantes cercanos tendrán la presión y caudal suficiente para los aspersores.

La ubicación de estos hidrantes se puede observar en el esquema de distribución de la red de micro riego:

La (Figura N° 42), describe los hidrantes más lejanos del cabezal de bombeo, los cuales son H10 (680m), H11 (670 m) y H12 (640 m), aproximadamente. Para la prueba se utilizó 9 aspersores las cuales fueron; 1 aspersor NAAN 5022, 5 aspersores de NAAN 233 con los que cuenta la organización y 3 aspersores Rain Bird 30 H del Centro AGUA.

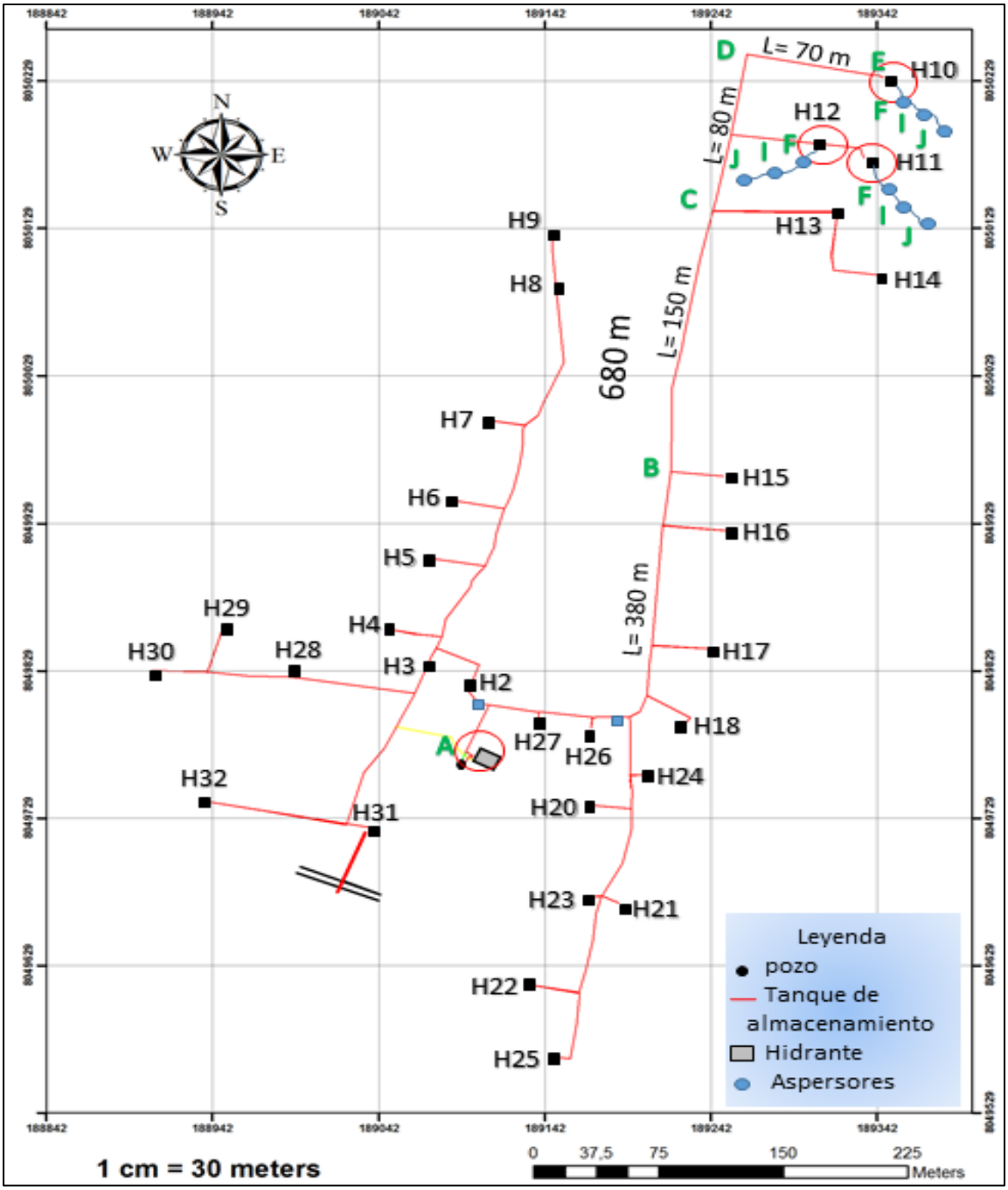


Figura N° 42: *Ubicación de los hidrantes más alejados dentro la red principal*

Primera situación: 9 aspersores funcionando simultáneamente.

La (Tabla N ° 16), se presentan los resultados obtenidos en la situación de 9 aspersores funcionando simultáneamente.

Tabla N° 16: *Caudales y presiones obtenidos con tres hidrantes*

hidrante	Datos	Aspersores Rain Bird 30 FH			Aspersores NAAN 233			Aspersores NAAN 233/ NAAN 5022		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	**Caudal (l/s)**	0,46	0,45	0,44						
	Presión (bar)	3	3	3						
11	**Caudal (l/s)**				0,58	0,55	0,53			
	Presión (bar)				3	3	3			
12	**Caudal (l/s)**							0,52	0,50	0,30
	Presión (bar)							3	3	3

El caudal promedio es de 0,48 l/s, de los 9 aspersores, en la cual se puede apreciar que se utilizó 3 diferentes aspersores. El tercer aspersor del hidrante H12 tiene un caudal menor porque se utilizó un aspersor distinto (NAAN 5022).

Analizando el comportamiento de los caudales en función al tipo de aspersor, se observa que los aspersores distales del hidrante son de menor caudal es porque hay una mayor pérdida de presión al encontrarse más lejos del primer aspersor, sin tomar en cuenta el modelo del aspersor.

Las presiones a diferencia del caudal son todas iguales en los 9 aspersores esto debido a que existe una distribución adecuada de los EMRAs y la bomba que trabaja en un rango determinado de presión.

Segunda situación: 6 aspersores funcionando simultáneamente.

La (Tabla N°17), se presentan los resultados obtenidos en la situación de 6 aspersores funcionando simultáneamente.

Tabla N° 17: *Caudales y presión obtenida con dos hidrantes*

hidrantes	Datos	Aspersores Rain Bird 30 FH			Aspersores NAAN 233		
		1	2	3	1	2	3
10	Caudal (l/s)	0,49	0,47	0,46			
	Presión (bar)	3,4	3,4	3,4			
11	Caudal (l/s)				0,60	0,57	0,55
	Presión (bar)				3,4	3,4	3,4

El caudal promedio es de 0,52 l/s, de los 6 aspersores, observando que subió en relación a la primera situación, en la cual se puede apreciar que se utilizó 2 diferentes aspersores, observando que el NAAN 233 tiene mayor caudal de salida que el Rain Bird 30H, en cuanto a las presiones se observa que se incrementó, esto debido a la disminución del número de aspersores utilizados, aunque la presión es similar en los seis aspersores.

Tercera situación: 3 aspersores funcionando simultáneamente.

La (Tabla N° 18), se presentan los resultados obtenidos en la situación de 3 aspersores funcionando simultáneamente.

Tabla N° 18: *Caudales obtenidos con un hidrantes*

Hidrante 10			
Aspersores Rain Bird 30 FH	1	2	3
Caudal (l/s)	0,57	0,56	0,55
Presión (bar)	4,1	4,1	4,1

El caudal promedio es de 0,56 l/s, de los 3 aspersores, solo se utilizó Rain Bird 30H, concretamente en esta situación se observa un incremento en los caudales y en la presión (4,1 bar).

Para completar el análisis de la prueba hidráulica se compara los datos del fabricante y los datos de campo obtenido en la prueba hidráulica (Tabla 19):

Tabla N° 19: *Comparación de datos de campo con datos del fabricante*

Aspersor	Fabricante			Datos de campo		
	P (bar)	Q l/s	Boquilla (mm)	P (bar)	Q l/s	Boquilla (mm)
Rain Bird 30 H	3	0,46	4,37x2,38	3	0,45	4,37 x2,38
	3,4	0,49		3,4	0,47	
	4,1	0,56		4,1	0,56	
NAAN 233	3,0	0,59	5,0x2,5	3	0,53	5,0x2,5
	3,4	0,62		3,4	0,57	
NAAN 5022	3	0,34	3,5x2,5	3	0,30	3,5x2,5

En la tabla, se muestra la comparación de datos de campo las cuales no se aleja con lo requerido por el fabricante, es importante mencionar que el caudal obtenido en campo son inferiores a los dato del fabricante, esto se debe a que se realizó con el método volumétrico la cual tiene un mínimo de error, pero no es muy importante.

Analizar tiempos de vaciados para las tres situaciones de funcionamiento con los dos estanques, se puede ver los tiempos de descarga de agua, al funcionar el sistema de riego presurizado, esto ayuda a entender por qué el depósito de 12000 l es una opción inadecuada para el sistema, y poder elegir cual es la mejor posición.

Tabla N° 20: *Tiempo de vaciado de los depósitos*

Salida de agua				
Numero de aspersores simultáneamente utilizadas	**Caudal (l/s)**	**Volumen (l)de los dos depósitos**	**tiempo de vaciado en (hrs)**	**tiempo de vaciado en (min)**
9	4,5	40000	2,5	148
6	3,14		3,5	212
3	1,67		6,7	399
9	4,5	12000	0,7	44
6	3,14		1,1	64
3	1,67		2,0	120

la (Tabla N° 20), muestra los tiempo de vaciado de los dos depósito del sistema, esto a su vez está contrastando con la cantidad de aspersores utilizados simultáneamente durante el riego, observando que el depósito de 40000 l tienen mayor tiempo de funcionamiento de los aspersores hasta el próximo llenado del depósito por la bomba sumergible, el otro escenario

utiliza el depósito de 12000 l en la cual se observa que el tiempo funcionamiento de los aspersores son muy cortos, y durante el riego se tendría que encender la bomba sumergible constantemente para llenar el depósito, esto aumentaría el riesgo de que la bomba se arruine.

Los tiempos que requiere la bomba sumergible para suministrar agua al cárcamos son menores en comparación a la bomba centrifuga, es decir que si se utiliza 18 horas de riego por aspersión, la bomba sumergible trabaja un total de 8,15 horas ya que el caudal de la bamba sumergible es de 9,5 l/s en comparación con el caudal de la bamba centrifuga que es de 4,3 l/s, además los costos por kw/h consumido se reducen por que se utiliza menor tiempo, que con el riego por inundación (Tabla N° 26).

En resumen los criterios hidráulicos no son razonas fuertes de la no utilización del sistema ya que se puede apreciar que las presiones y caudales se acercan a los datos del fabricante, es decir que funciona bien.

El problema central radica en que, por falta de entendimiento del funcionamiento hidráulico del sistema, no se ha automatizado, el encendido de la bomba del pozo con el llenado de los estanques, que podrían trabajar simultáneamente, incrementando el almacenamiento disponible a 42000 m3. Bajo tales circunstancias

6.5.3 Factores relacionados a la gestión de sistema

La organización actual de riego desconoce el manejo del riego por aspersión, por ello la aceptación del mismo se ve dificultada por la carencia de información que se observa en la zona de estudio, es necesario indagar que la parte de la asistencia técnica integral que se realizó en el sistema por parte del proyecto no ayudo mucho a resolver los temas centrales de la distribución, operación y organización de este nuevo método de riego.

Para poder entender las razones sociales que dificulta el funcionamiento del sistema se realiza el análisis de la gestión en sus diferentes componentes.

A Gestión

El sistema de micro riego de Flores Rancho carece de una gestión de manejo de riego por aspersión, tras la entrega del proyecto no se articuló una organización que ayude a manejar la gestión ya sea en la organización, operación, distribución de agua con este método, o el mantenimiento del sistema.

A continuación, se identifica las dificultades que atraviesan con los componentes que constituyen la gestión del sistema de riego:

1 Organización

La organización, sobre el nuevo sistema de riego por aspersión marca varios objetivos de la cuales el proyecto describe una metodología dinámica y horizontal de interacción con todos los actores involucrados en el proceso, fortaleciendo a la organización de los usuarios, en sus tareas relativas a la organización de los turnos de riego, frecuencias, y en general la operación y mantenimiento del sistema de riego.

Analizando los objetivos planteados en el proyecto y contrastando con la realidad del sistema, no se encuentra una clara idea de cómo se organizan estos sistemas en relación a los derechos de agua, las modalidades de distribución, la operación y el mantenimiento, ya que al culminar el proyecto dejan solo al agricultor con el nuevo método de riego, para que por sí mismo resuelva los problemas generados con el nuevo sistema. Si antes tenían problemas de demanda de agua para los cultivos ahora deben afrontar problemas que conllevan la parte técnica de manejo de riego, la aceptación social como parte de su rutina.

En consecuencia, no hay una organización del comité de riego por aspersión clara, que ayude a conformar una asociación productiva u organización, que económicamente sea sustentable estos

Los derechos de los socios sobre el sistema micro riego de Flores Rancho, tampoco son muy claras, porque no se conoce cuáles son las nuevas reglas o normas de la nueva organización del sistema, por tanto al no tener clara estas reglas, se dificulta la utilización del sistema, surgen ideas de vulnerabilidad de sus derechos de agua tradicionalmente utilizados.

2 Distribución

La distribución de agua, dentro el sistema de riego por aspersión no está tampoco claras para el usuario, generando problemas tanto la disminución de caudal proporcionado con este sistema, el aumento del tiempo de riego del socio en cubrir la totalidad de la parcela con el método y la frecuencia adecuada de riego.

Realizando el análisis del sistema actual y futuro de riego se describe la distribución contrastando con el riego tradicional y con el riego por aspersión tomando en cuenta las características de cada riego con el objetivo de apoye al funcionamiento del sistema (Tabla N° 21).

Tabla N° 21: *Distribución del riego actual y futuro*

Nombre de la comunidad	**Flores Rancho**		
Sistema de riego	**por inundación**	**por aspersión**	**unidad**
Modalidad de entrega	Mono flujo	Multi flujo	
Presión del aspersor	0	3	bares
Número de usuarios total	60	28	
Caudal del aspersor	0	0,5	l/s
Numero de aspersores total	0	9	asp
El flujo de entrega total	9,5	4,5	l/s
Duración de la entrega	10	18	hrs
Número de usuarios que riegan día	1 a 2	3	
Numero de aspersores por usuario	0	3	
Lamina de riego	40	20	mm
Intervalo de riego	30	6	Días
Superficie regada	3600	4050	m2
Volumen utilizado	342	194,4	m3
Aspersor sugerido		NAAN 233 de mediana presión	

En la tabla, muestra la comparación del riego actual y futuro utilizando el sistema de riego por aspersión, se analiza desde la distribución de agua, si bien no se utiliza el número total de usuarios que son 60 del sistema tradicional, es porque aún no están afiliados al sistema

de micro riego, es por tanto que los socio actuales del sistema de micro riego son 28 usuarios.

Al utilizar aspersores NAAN 233, según tabla N° 21, muestra la distribución de riego por aspersión:utilizando simultáneamente 3 socios con 3 aspersores cada uno por socio, con un frecuencia de 6 días y un tiempo de 12 hora de riego con 2 opciones, para un área de 4050 m2 por poción.

Estos datos ayuda a entender la reducción de volúmenes utilizados por es aspersores, contrastando con el riego tradición que actualmente gasta 342 m3 en 10 hrs para un área de 3600 m2 que equivale a una arrobada. Y la propuesta de tecnificado es de 4052 m2 con un volumen utilizado de 194,5 m3 en 6 horas esto por posición del aspersor.

La operación; normalmente, dentro el diseño de los proyectos, la puesta en marcha del sistema es una etapa donde los agricultores experimentan con los equipos y se realiza una capacitación básica a los usuarios para la operación adecuada del sistema construido. Adicionalmente, se ajusta con ellos las reglas de funcionamiento para llegar a una operación óptima.

En consecuencia, el planteamiento de la operación del sistema es de manera teórica, pues en la realidad no se tiene indicios que se ajustara el diseño según sea la comodidad del usuario, por tanto el sistema de micro riego de Flores Rancho, desde la entrega del proyecto, no se cuenta con antecedente de funcionamiento, un problema concreto, es la falta de conocimiento en la operación del sistema y una muestra clara es cuando se realiza las pruebas en campo y se pide que realicen el armado del sistema obteniendo resultados desfavorables dentro la destreza de operatividad del sistema.

Por tanto, se hace más complicada, pues hay que asegurar que todo el sistema funcione, es decir asegurar el funcionamiento del pozo de riego como fuente de agua en el momento de riego, almacenamiento de agua en el depósito y posterior presurización con la bomba centrifuga

3 Mantenimiento

Los problemas el mantenimiento en el sistema, son el descuido total de toda la infraestructura por que no se realiza el mantenimiento desde la entrega del proyecto, es por tanto que se encontró una total falta de conocimiento sobre el mantenimiento del sistema y preservación del mismo, ya sea en la captación, red principal y equipos móviles de riego en parcelas, entre otros.

Un punto crítico, que se encontró es sobre la bomba de impulsión, la cual está encargada de generar la presurización del sistema, la cual no funcionaba por la falta de mantenimiento y la inadecuada utilización por lo socios, lo cual se reparó para la pruebas realizadas.

Opinión del usuario por que no cambia su riego tradicional con el riego tecnificado:

Las opiniones de los socios son múltiples, sobre el nuevo sistema de riego y el cambió que esto conlleva en la forma de riego sobres sus cultivos es por tanto que se percibe distintas opiniones, algunos socios ven una ventaja y otro solo observan desventajas y que no les ayudaría mucho con el trabajo que ellos realizan en la agricultura.

Uno de los puntos álgidos es no contar con el conocimiento suficiente sobre el método de riego, siendo un motivo que decide no utilizarlo este sistema, esto debido al desinterés del nuevo sistema. Son distintos argumentos que mencionan los socios como Don Crescencio Balderrama, quien dijo:

“Por qué no mantiene la humedad y se vuelve seco muy rápidamente no pasa debajo de la tierra la humedad y es difícil de manejar, cambiar los aspersores de un lado al otro, hay que embarrarse mucho al cambiar de posición, no es como el riego tradicional, muy difícil de utilizar este sistema.” (Entrevista a Don Crescencio Balderrama, Comunidad Flores Rancho, 15 de octubre de 205)

Coincide con lo que menciona Dona Casta Montenegro presidente de la organización de regantes de la comunidad de Chullpas que también es beneficiada con el proyecto de micro riego, quien sostiene:

"Que es difícil de utilizar este sistema ya que nosotros somos mujer y es difícil de entender cómo se arma los aspersores ya estamos acostumbrados a utilizar nuestro sistema y por eso no podemos utilizar el riego por aspersión" (Entrevista a Dona Casta Montenegro, Comunidad Chullpas, 24 de abril de 2014)

6.5.4 Razones económicas

Uno de los aspectos importantes en la identificación de los problemas que obstaculiza el funcionamiento del sistema, son los factores económicos que se necesita para la operación del sistema, siendo que al presentarse altos costos de inversión, los socios evitarían utilizar este sistema.

Para realizar el análisis económico de las ventajas del nuevo método de riego, se efectuó en función a los costos de operación del sistema de riego por aspersión, a adicionalmente se realiza un análisis comparativo de precios en el mercado interno de los equipos de riego móviles, por ser el elemento complementario para la utilización del sistema de riego por aspersión para esto se analiza los costos del EMRAs y costos de operación del cabezal de bombeo.

A Costo de adquisición de los EMRAs

La adquisición de los EMRAs, se denomina costos de inversión de los sistemas de riego aspersión (tabla N° 22), la cual se realiza la cotización en dos tiendas importantes y referentes de la compra de equipos para estés sector, y poder observar la variabilidad de estos costos.

La cotización es en base a todo los elementos requeridos para los quipos móviles de riego, las cuales componen desde la manguera de lona, acoples rápidos de aluminio, aspersores, y demás accesorios, este análisis se realizó envase a los tres tipos de aspersor que cuenta el sistema de micro riego.

La (Tabla N° 22), describe los costos de inversión para adquirir o reponer los equipos móviles por aspersión, estos montos ascienden de 563 a 388 $us según sea el requerimiento de los usuarios, para utilizar el sistema de riego ver (ANEXO 9).

Tabla N° 22: Costo de equipos móviles para un determinado aspersor

Tipo de aspersor utilizado en la organización micro riego de Flores Rancho		
Para una línea de 50 (m) con aspersor Wobbler Xcel Plástico	551,79	563,21
Para una línea de 50 (m) con aspersor NAAN 5022 Plástico de ½ "M	405,31	418,71
Para una línea de 50 (m) con aspersor NAAN 233 Metálico de ¾ "H	388,11	398,97

Fuente: Cotización de SICRA Ltd y RIEGOTEC $US. 2015

La cotización del mercado local se observó que los costos mayoritarios están en la compra de las mangueras de lona casi un 40% de monto total, es decir que son de mayor inversión, además son de mayor desgaste por la utilización del sistema, es por tanto que su reposición será en menor tiempo que los demás accesorios que conforma el equipo móvil de riego.

Los costos hallados en el mercado dificulta la compra de éstos por ser relativamente costoso para los asocios de la organización, dificultando enormemente la adquisición de estos materiales para utilizar en el sistema de riego

Adema se encontró que los socios desconocen los costos para compra y donde lo pueden comprar estos equipos de riego, adicionalmente el Municipios de Cliza se comprometió a dotarlos a cada socio estos equipos en calidad de donación, pero hasta la fecha no se cuenta con registro, ni en proyecto de la compra de EMRAs para todos los socios del sistema.

Es por tanto que se hace difícil que el socio adquiera estos equipos, formando una barrera que obstaculiza la fusión del sistema de riego por aspersión.

B Costo de operación y mantenimiento

Costos de operación del sistema de riego por aspersión

Un punto críticos que se observo es el análisis económico del sistema, la cual no está muy clara para el usuario. Para realizar estos costo de operación (costo de energía eléctrica) y mantenimiento del sistema se tomando en cuenta la depreciación de los costos de inversión

y el mantenimiento de las dos bombas de riego utilizadas, tomando en cuenta la vida útil de las bombas, que aproximadamente es de 10 años.

La (Tabla N° 23), ayuda a entender cuáles son las actividades de mantenimiento que se realiza durante la vida útil de la bomba.

Tabla N° 23: *Costos de mantenimiento de las bambas*

tipo de bomba	Mantenimiento	Ítem	Cant.	P.U.	Costo en 10 anos	Costo anual	Costo mensual
15 hp	cada 5 años	Mantenimiento del pozo	2	6500,00	13000	1300	108,33
	cada 6 meses	Técnico	20	150,00	3000	300	25,00
	cada 2 años	Reparación y repuestos	5	2500,00	12500	1250	104,17
	Total				28500	2850	237,50
5,5 hp	cada 5 años	Mantenimiento del pozo	2	2500,00	5000	500	41,67
	cada 6 meses	Técnico	20	80,00	1600	160	13,33
	cada 2 años	Reparación y repuestos	5	1000,00	5000	500	41,67
	Total				11600	1160	96,67

Fuente: Ortiz 2015

Los costos totales para las dos bombas que requiere el sistema de riego por aspersión en los 10 años, dividido anualmente y mensualmente, esto para ayudar a entender los costó de mantenimiento la cual se añade al costo total de operación. Estos costos pueden ser sujetos a modificación de acuerdo a la empresa que realice los trabajos de mantenimiento

Otro parámetro que se tomó en cuenta es la reposición de las bombas (bomba sumergible y bomba centrifuga) utilizada por el sistema, la cual se toma precios del mercado interno tras realizar la cotización, y posteríos depreciación en función a la vida útil de las bombas.

La (Tabla N° 24), ayuda a entender cuáles son las costó de las bombas y la depreciación que sufre durante la vida útil de la bomba.

Tabla N° 24: *Costo de las bombas*

Costo de la bomba + acc.							
tipo de bomba	**Mantenimiento**	**Ítem**	**Cant.**	**P.U.**	**Depreciación**		
					Costo 10 años	**Costo anual**	**Costo mensual**
15 hp	cada 10 años	cambio de bomba	1	33.756,00	33.756,00	3375,6	281,30
5,5 hp	cada 10 años	cambio de bomba	1	10.927,00	10.927,00	1092,7	91,06

Fuente: Importadora “San Rafael” 2015

Estos costo determinado en la tabla N° 24, muestra los costos de reposición de las bombas las cuales se divide el precio total de la bomba durante los 10 años de vida útil, obteniendo montos mensuales para cada bomba independientemente, la sumergible haciende a 281,3 Bs/mes y para la bomba centrifuga 91,06 Bs/mes, este dato es añadido al costo total de operación.

Otro costo que se toma en cuenta es el pago al motorista, por los servicios prestados a la operación del sistema, este costo son también añadido al costo total de operación, Según la operación del sistema tradicional el motorista cobra 1 Bs/hrs, por encender y apagar la las bombas, control de las horas compradas por el socio y verificación que el agua comprada llegue a los terrenos del socio, ya que no se permite que se riegue otros terrenos que no son del socio, debiendo se controlar. Para el pago de la operación de la bomba centrifuga no se tiene claro cuánto será el monto a cancelar pero para fines de cálculos se replica el costo de operación del motorista en la bomba centrifuga 1 Bs/hrs.

De acuerdo a la Tabla N° 25, se muestra los montos que se necesita para la remuneración de motorista, ya sea en 10 años o mensualmente la cual se añade al monto de operación del sistema, este monto es muy variable pues está sujeto a las horas utilización por el socio.

Tabla N° 25: *Pago de servicios del Motorista*

Salario del motorista			
Costo motorista		**15 hp**	**5,5hp**
Motorista	bs/hrs	1	1
Horas de bombeo día	hrs	8	18
Total	bs	18,00	18,00
Recaudación mensual	bs	486,00	486,00
Recaudación anual	bs	5832,00	5832,00
Recaudación en 10 años	bs	58320,00	58320,00

Para esto la tabla siguiente muestra el análisis independientemente de las dos bombas y la sumatoria de ambas.

Tabla N° 26: *Costo de operación del sistema de riego por aspersión*

Costo de operación mensual				
Ítem	**Unidades**	**bomba de 15 HP**	**bomba de 5,5 HP**	**total**
Consumo medio de potencia	kw	11,19	4,10	15,29
Horas de funcionamiento al día	horas	8,15	18	26,18
Horas total mes (27 días)	hrs/mes	220	486	706,86
Consumo total de energía	kw/h	2.462,36	1.994,06	4.456,42
Precio de la energía eléctrica	Bs/kwh	0,329	0,329	0,329
Costo energía	Bs	810,12	656,05	**1.466,16**
Costo de reposición de la bomba + acc.	*Bs/mes*	*281,30*	*91,06*	*372,36*
Costo de mantenimiento	*Bs/mes*	*237,50*	*96,67*	*334,17*
Pago de Motorista	Bs/mes	216,00	486,00	702,00
Costo total real	Bs/mes	1.544,92	1.329,77	**2.874,69**

En la tabla N° 26, muestra el costo de operación del sistema de riego por aspersión que es **2.874,69** Bs, mensualmente, utiliza 8,15 horas para la bomba sumergible con un caudal de 9,4 l/s, que solo repone el volumen requerido por los aspersores en 18 horas de uso de la bomba centrifuga de riego con una caudal de 4,3 l/s, la cual varia el número de aspersores

por el tipo de aspersor utilizado y tan bien varia el número de socio que riegan simultáneamente.

Partir de los datos mensuales una simulación en los costos que alcanza en 10 años de vida útil de la bomba, estos datos ayuda a entender cuál es el comportamiento de los costos de operación del sistema de riego por aspersión, si bien al inicio de la instalación los costos de inversión son altos a medida que pasa el tiempo estos costos son superados por los costos de energía consumida, la figura siguiente ayuda a entender como es ese comportamiento.

La (Figura N° 37), ayuda a entender este comportamiento que ocurre en los 10 años de uso de la bomba, si bien al inicio indica que los costos de inversión son altos a medida que pasa el tiempo estos costos quedan inferiores a los costos por energía eléctrica consumida por el sistema al igual que los costos por mantenimiento del sistema, pudiendo apreciar que el pago al motorista por los servicios prestado en funciona al tiempo operado se acerca a los costos de inversión.

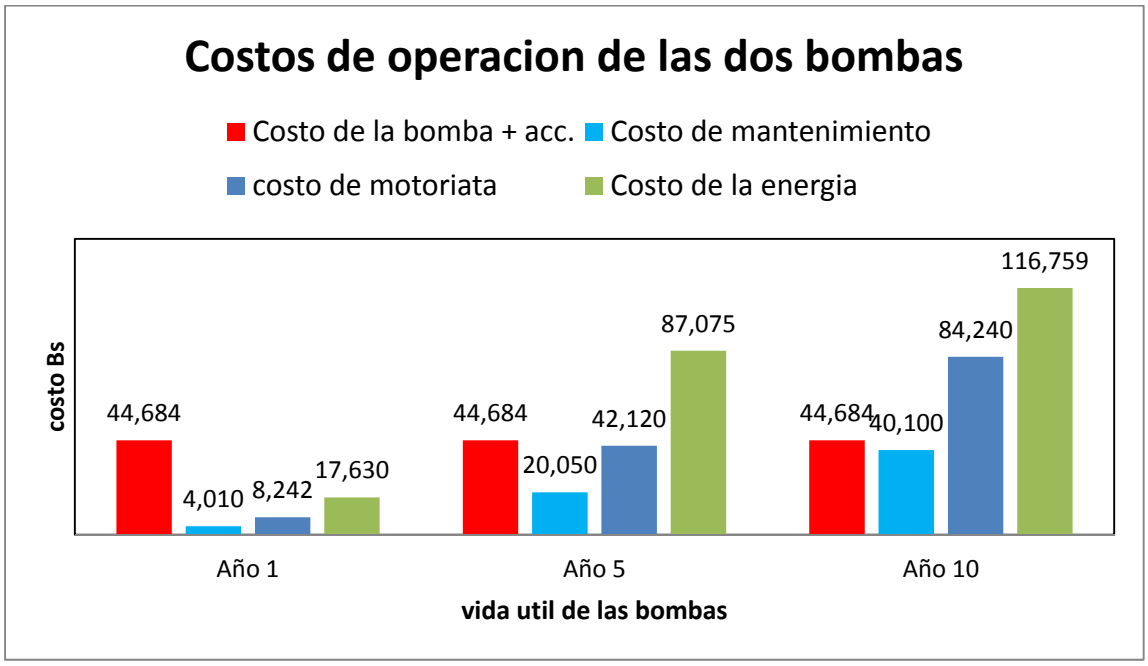


Figura N° 43: *Costo de operación y mantenimiento del sistema en 10 años de uso*

Contrastando los costos de operación del sistema de riego por aspersión con los costos de actuales de operación ser realiza el análisis actual.

***Costos de operación del sistema de actual (riego por inundación*)**

Los costó de operación y mantenimiento del sistema actual se tomando en cuenta la depreciación de los costos de inversión y el mantenimiento de la bombas sumergible de riego utilizadas, tomando en cuenta la vida útil, que aproximadamente es de 10 años, este costo es igual a la tabla N° 22, que solo se toma los el monto de la bomba de 15 hp, al igual que los costos para la reposición de la bomba ver tabla N° 23 y pago al motorista por la operación que es de 1 Bs/hrs.

La (Tabla N° 27), muestra el costo de operación del sistema actual (riego por inundación), la cual asciende a **2.794,01** Bs mensualmente, utilizando 18 horas de riego con una caudal de aproximadamente de 9,5 l/s.

Tabla N° 27: *Costo de operación y mantenimiento del sistema actual*

Costo de operación mensual		
Ítem	**Unidades**	**bomba de 15 HP**
Consumo medio de potencia	kw	11,19
Horas de funcionamiento al día	horas	18,00
Horas total mes	hra/mes	486,00
Consumo total de energía	kw/h	5.438,34
Precio de la energía eléctrica	Bs/kwh	0,33
Costo energía	*Bs/mes*	1.789,21
Costo de la bomba + acc.	*Bs/mes*	281,30
Costo de mantenimiento	Bs/mes	237,50
pago de Motorista	Bs/mes	486,00
costo total real	Bs/mes	**2.794,01**
costo Bs/mes	Bs/mes	3888
Ahorro	Bs/mes	1.093,99

Ahora bien estos costos representados gráficamente, muestran que los costos de inversión al inicio son muy elevados esto debido a que se hace inversiones fuentes para la adquisición de quipos, los datos utilizados son a partir de los costos mensuales que se van adecuando al

tiempo de la vida útil de las bomba sumergible que aproximadamente son de 10 años (Figura N° 44).

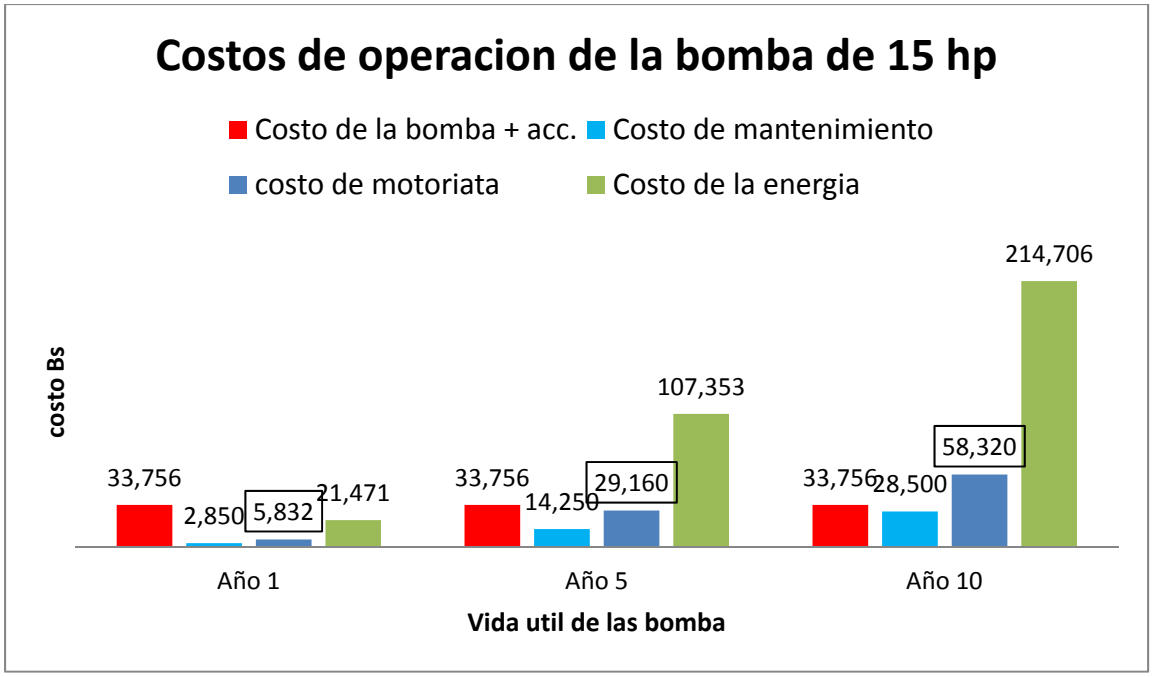


Figura N° 44: *Costos de operación y mantenimiento de la bomba sumergible*

Estos costos que si bien al primer años son elevados en costos de inversión ya en los 5 años de utilizar el sistema se ve que los costos de energía se elevan, y no así los costos de mantenimiento siendo aún inferiores a los costó de inversión, ya en los 10 años, se ve claramente que los costos de reposición de la bombas son inferiores a los costó de consumo de energía y mantenimiento.

Ahora bien actualmente el sistema de riego tradicional sigue operando bajo ciertos costo que cubre la operación del sistema, si bien no se tomó un análisis de costos, la organización decide poner una tarifa que esta consensuada con todo los socios que es de 8 Bs/hrs por uso del sistema que aproximadamente se recauda mensual de 3888 Bs, pero contrastando con la operación en funciona a los Kw/hrs consumido más la reposición de la bomba y mantenimiento del sistema y el pago al motorista se obtiene una tarifa de 3,7 Bs/hrs, obteniendo una ahorro de 4,3 Bs por hrs consumida, es por tanto que hay un ahorro de 1.093,99 Bs/mes la cual se destina para apoyar con proyecto que beneficie a la comunidad como menciona el dirigente de la organización Don Gregorio Medina

"Los 8 Bs alcanza para cubrir los costos de energía y además poder tener un ahorro, lo cual utilizamos para reponer a la bomba cuando se arruine, comprar repuestos, hacer arreglos en el sistema, además se utiliza para apoyar a los proyecto que vine a nuestra organización como por ejemplo a este sistema de micro riego, que nosotros hemos apoyado con 10 % aproximadamente" (Entrevista a Don Crescencio Balderrama, Comunidad Flores Rancho, 23 de noviembre de 2015).

Si bien esta tarifa de 8 Bs, posee una ahorro en el sistema tradicional, ya con el sistema de riego por aspersión se ve que los costos de operación suben a 5,7 Bs/hrs dato obtenido por el total costo de oposición de las bombas, mantenimiento de los mismos y el pago al motorista de 2 Bs hora, dividido por el total de horas utilizados, siendo que con este nuevo sistema de riego aún se tiene un ahorro de 2,30 Bs por horas utilizada (Figura N° 45).

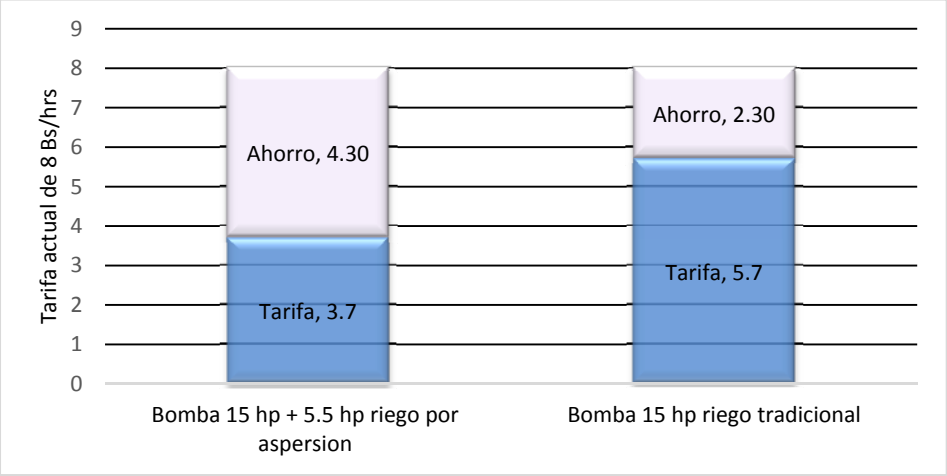


Figura N° 45: *Comparación de tarifas de dos sistemas de riego antiguo y nuevo*

Realizando una comparación de tarifa se ve que el costo actual no interfiere con los costos obtenidos en el análisis económico de la operación, porque se ve que aun manteniendo las tarifas se percibe un ahorro.

En consecuencia los aspectos económicos del sistema no son un obstáculo para que no funcione el sistema ya que manteniendo los montos actuales se puede operar, sin sufrir déficit en el pago de energía reposición de bomba y mantenimiento del sistema, Pero se debe de acordar una tarifa para el sistema de riego por aspersión dentro la organización del sistema consensuada entre todos los socios.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de factores, que dificulten el funcionamiento del sistema de riego por aspersión, en el sistema de micro riego de Flores Racho, se llega a las siguientes conclusiones:

Problemas de la sobre-explotación, una urgente necesidad de usar mejor el agua para no acrecentar los volúmenes de explotación, contrarrestando con proyecto de ahorro de agua como ser el riego tecnificado una de la mejores opciones.

Sin embargo, no existe una política clara para implementar de forma consistente, los procesos tecnificados de sistemas de riego con pozos perforados. Haciéndose evidente al analizar políticas de inversión, institucionales, de estos sistemas

Gestión del sistema de micro riego

El sistema de riego presurizado de Flores Rancho, está bien diseñada y construida, y cuenta con las principales instalaciones e infraestructura hidráulica, pero no tiene un funcionamiento óptimo, ya que presenta falencias en la gestión misma del sistema y la operatividad del mismo por parte de los mismos socios.

Esto se debe sin duda alguna, a los descuidos que se han tenido en la etapa de la ejecución del proyecto y posterior acompañamiento del mismo. Algunos agricultores mencionaban que en esta etapa, no se hizo un control diario de los trabajos, que realizaba la empresa ejecutora, por lo cual, el tramo de la infraestructura estaría con falencias en la instalación de algunos artefactos, como la variación en los sitios de ubicación de hidrantes. Aunque ha habido algunos cambios, se verifico que no existen grandes complicaciones sino más bien falta el mantenimiento del sistema.

Sobre los derechos, no se discutió la necesidad de redefinir derechos en función a los nuevos requerimientos hidráulicos del sistema, por tanto no hubo la oportunidad de establecer nuevas modalidades de reparto de agua adecuadas a los criterios locales sobre derechos y equidad.

Como consecuencia de ello, la **distribución** no definió criterios de entrega de aguas en caudal, tiempo, frecuencia para dotar de agua a cultivos, según parámetros definidos para cada parcela. Este problema, unido a la heterogeneidad de las parcelas agrícolas, confunde a los socios acerca de cómo y cuánto debe regar el socio en las parcelas. Es decir que al no existir una distribución definida y aceptada por los socios, el sistema no funcionará hasta que se resuelvan los problemas de reparto.

Por otra parte, nunca se verificó el funcionamiento hidráulico de todo el sistema, a fin de definir el mejor arreglo para la operación, y en la corta fase de acompañamiento del proyecto solo se proveyeron datos de tiempo y frecuencia para el funcionamiento del sistema, sin ninguna mención a los caudales de operación y al rango de presiones requeridas para el adecuado funcionamiento hidráulico. Es decir, la falta de conocimiento hidráulico de los socios nunca fue considerado como un potencial problema a futuro.

Por ello, no existen capacidades para la **Operación** del sistema por aspersión, pues no existe en los usuarios el suficiente conocimiento de los principios hidráulicos requeridos. Por ello los socios tienen temor a utilizar el sistema, arriesgar los equipos de riego que conforman el sistema, el correcto armado de los aspersores, el manejo del aspersor para no generar encharcamiento y otros temas que dificultan la operación del sistema.

Otra dificultad importante es la falta de automatización del cabezal de bombeo y la falta de equipos móviles de riego en parcelas para la utilización de los socios y poder regar 2 o 3 socios a la vez. Existe apenas dos EMRAs que deben turnarse entre socios, y esto imposibilita el funcionamiento de todo el sistema.

Por todo ello, la **Organización** no está adaptada al nuevo sistema ya que se observa la falta de niveles operativos, capacidades y recursos (equipos, herramientas, dinero, etc.) para una buena gestión de riego. La falta de conocimiento de manejo de quipos de riego por los agricultores, deriva en que se sigan practicando métodos de riego tradicional, a pesar de contar con el sistema presurizado. Esto repercute directamente en el casi total abandono del sistema tecnificado.

Sobre el **Mantenimiento,** no se ha discutido ni aclarado sobre cómo se encara y que tareas son necesarias, quien las hace, como y cuando las hace y con que las hace, etc. El

mantenimiento de sistemas presurizados es distinto que el mantenimiento de los sistemas de riego por inundación, ya que se necesita gente capacitada para la reparación o mantenimiento del sistema ya sea en el cabezal de bombeo o la red principal.

En todo caso, el mantenimiento también requiere de **inversiones económicas** mayores al riego por inundación, es por tanto que se debe tomar en cuenta para la sostenibilidad del sistema cuando se decida usar el nuevo sistema.

Recomendaciones

- Políticas de inversión nacional, municipal, tienen que poner más dinero para el proceso de diseño, implementación y funcionamiento y no solo a infraestructura.
- Se requiere capacitar a los usuarios de forma más consistente (entrenamiento teórico y práctico), así como asesoramiento para aclarar cuestiones técnicas y gestión del sistema.
- Deben instalarse todos los componentes de un sistema de riego presurizado, ya que la falta de alguna instalación (estanque) o disposición (bombas y equipos), impiden el pleno funcionamiento.
- Se requiere de políticas de concientización sobre el tema de la sobre explotación de agua subterránea, y economizar el agua proveniente de los acuíferos para la sostenibilidad del sistema hídrico más los medios de vida.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Albert, L., 1985. *Fundamentos de sistemas de riego por aspercion*, Dpto. Hidraulico, San Jose, Costa Rica.

Alcon, F., 2007. *Adopción y difusión de las tecnologías de riego: aplicación en la agricultura de la región de murcia*. U. Politecnica de Cartagena Dpto. Economia de la empresa.

Callejo, I. & Vásquez, S., 2007. *Caracterización y cambios en el uso del agua en Punata*, Proyecto de Investigación: "Escenarios Futuros de uso de agua, como herramienta de planificación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en Punata (P01BA002) UMSS, Cochabamba, Bolivia.

Caseres, D. et al., 2007. *La adopcion tecnologica en sistemas agropecuarios de pequeños productores*, Investigacion agropecuaria, Mendoza. Argentina.

Cossio, V. & Ampuero, R., 2007. *Plataforma de múltiples grupos de interes para la gestión del agua subterránea en el abanico de Punata*, Centro Andino para la Gestion y Uso del Agua (centro AGUA) UMSS, cochabamba, Bolivia.

Delgadillo, O., 2005. Algo sobre la gestión del agua. (versión preliminar).

Delgadillo, O., 2000. *Algunos apuntes conceptuales sobre los métodos y tipos de riego campesino y su relación con el diseño de sistemas de riego*, Cajamarca-Peru.

Delgadillo, O., 2010. *Caracteristicas generales de riego por aspersión*, Proyecto Gestion Integral de los Recursos Hidricos GIRH, Cochabamba, Bolivia.

Delgadillo, O., 2003. *Criterios de adopción y adaptación de tecnologías de riego por aspersión en sistemas de riego por gravedad manejado por agricultores*. Wageningen university and Research Centre, Cochabamba, Bolivia.

Delgadillo, O. & Callejo, I., 2003. *Métodos y tipos de riego campesino como parte de la tecnologia de riego parcelario*, Centro Andino para la Gestion y Uso del Agua (centro AGUA) UMSS, Cochabamba, Bolivia.

Delgadillo, O. & Jimenez, J., 2011. *Aprendizajes de las experiencias de innovación tecnológica de riego por aspersión en zonas montañosas de Bolivia*, Proyecto de Tecnologias limpas para uma agrigultura irrigada sustentave, Univesidad Federal do Reconcavo da Bahia, Cochabamba, Bolivia.

Delgadillo, O. & Lazarte, N., 2007. *Gestión de los sistemas de aprovechamiento de agua en el municipio de Punata*, Proyecto de Investigación: "Escenarios Futuros de uso de agua, como herramienta de planificación del aprovechamiento sostenible de los

recursos hídricos en Punata P01BA002, Centro AGUA UMSS Cochabamba, Bolivia.

Durán, A., 1997. *Criterios campesinos en el proceso de diseño e implementación de sistemas de riego con aguas subterráneas en el valle de Punata*. Wageningen university and Research Centre, Cochabamba, Bolivia.

Liotta, M., 2004. *Los sistemas de riego por goteo y microaspersion indice*, INTA INIA, San Juan, Argentina.

Mayta, A., 2012. *Disponibilidad de agua subterránea en el Abanico de Punata*, Centro AGUA-UMSS, Cochabamba, Bolivia.

Montaño, H., 2007. *Diseño de sistemas de riego por aspersión presurizado por gravedad en la comunidad de Chullcu Mayu, Provincia Tiraque*, Cochabamba, Bolivia.

Quiroz, F., Delgadillo, O. & Durán, A., 2012. *Aguas arriba, aguas abajo. Luces y sombras de la Gestion Integral de Recursos Hidricos: Reflexiones desde la investigacion Aplicada.* Primera Ed., Cochabamba, Bolivia.: Centro AGUA.

Rodriguez, R., 2003. *Estudio de los principales factores que influyeron en la innovación tecnológica del riego parcelario en la microcuenca de Mishka Mayu (provincias Carrasco y Tiraque - Cochabamba)*. Univesidad Mayor de San Simon FCAyP.

Roth, E. & Clementina, C., 2010. *Innovación tecnológica : características psicológicas del adoptante temprano*, La paz-Bolivia.

Rubio, J., 1994. *Transformación de secano a regadío de una finca de 12 Ha. en el T.M. de Dalias, con sistema de autoabastecimiento eléctrico mediante paneles solares fotovoltaicos para el cultivo de vid de mesa*, Mendoza, Argentina.

Sahuquillo, A., 2009. *La importancia de las aguas subterráneas*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (A. Correspondiente). Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Soliz, E., 2013. *Dinámica de la gestión de los sistemas de riego de mita de los ríos Millu Mayu y Toralapa en el Municipio de Tiraque*. Universidad Moyor de San Simon UMSS, Cochabamba, Bolivia.

Soto, J., 2002. *Manual para el diseño y gestión de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas*, Proyecto de manejo sostenible de suelo y agua en laderas MASAL, Cusco, Peru.

Tarjuelo, J., 2005. *El riego por aspersión y su tecnologia* Mundi Pren., Universidad de Castilla, España.

Tarjuelo, J.M., 1991. *El riego por aspercion: diseño y funcionamineto* Mundi pren. G. C. S. A.- Albacete, ed., Univesidad de Castilla, España.: 1991.

Vega, C.G., 1978. *Evaluación de un sistema de riego por aspersión y estudio de escorrentía y eros ion en el área de misteque, mucuchies-estado merida*. Univesidad de los ANDES, Merida, Venezuela.

IX. ANEXOS

Anexo N° 1: Ficha de entrevistas sombre el sistema de riego actual

Datos generales:

Fecha: ….. /…../…..	Responsable: ……	
Comunidad: ……	Provincia.: ……	Municipio: ..……
Nombre del entrevistado: ……Edad: …… Observación: …….		

Derechos de agua:

Origen de derechos

¿Cómo obtiene uno el derecho al uso del agua?

R.-

¿Paga para obtener derecho de sobre el uso del agua? ¿Sí o no? ¿Cuánto?

R

¿Qué uso le dan a los dineros recaudados?

R.-

¿Existe normativas reglas para la admisión de nuevos socios?

R.-

¿Existe variaciones en los derechos de uso del agua? ¿Por qué?

R.-

Expresión del derecho

¿Cómo expresa los derechos al uso del agua?

R.-

N°	Derechos	Obligaciones
1		
2		
3		
4		
5		

¿Cuáles son las sanciones al incumplimiento de obligaciones?

R.-

Organización en torno al riego:

Formas organizativas (Propias;…….. o Paralelas a otro sistema;……..) ¿Cual ese sistema?;.....

¿Y cómo funciona?

R.-

EL reconocimiento es legal de las organizaciones

R.-

Documentación de normativas para la regulación y/o funcionamiento del sistema

Normas;…… Estatutos;……..... Reglamentos;……. Libros de actas;…….

¿Cómo funciona?

R.-

Estructura organizativa

a. Funciones de cada componente

Si/no	Cargo	Responsabilidad	Duración del cargo	Observación
	Presidente	…… …… ……	..….	…… …… ……
	Vicepresidente	…… …… ……	..….	…… …… ……
	Cajera	…… …… ……	..….	…… …… ……
	Vocal	…… …… ……	..….	…… …… ……
	Bombero	…… …… ……	..….	…… …… ……

Descripción de las características organizativas:

¿Cuáles son las funciones colectivas de la organización así los socios?

R.-

Interacción de la organización con ámbitos mayores o instituciones externas

¿Se Interrelaciona con otras organizaciones?
R
¿Cuáles son esas organizaciones?
R.-
¿Cuál el beneficio al interaccionar la organización?
R.-

Operación:

¿Cómo opera el sistema actual? ¿Existe algún encargado?
R.-
¿Épocas de operación del sistema actual?

Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	

Puntos de atención sobre operación en distintos niveles;

Nivel de operación	Descripción actividades	Tiempo invertido	Personal requerido	Equipo o material requerido
Fuente de agua	……..… ……..…… …….	…… ……... ……	…… ……... ……	…… ……... ……
Conducción	……..… ……..…… …….	…… ……... ……	…… ……... ……	…… ……... ……
Reparto de agua	……..… ……..…… …….	…… ……... ……	…… ……... ……	…… ……... ……
Riego en parcelas	……..… ……..…… …….	…… ……... ……	…… ……... ……	…… ……... ……

Mantenimiento:

¿Qué entiende por mantenimientos?
R.-
Como se organiza el mantenimiento del sistema
R.-
¿Cuál es la época y fecha de mantenimiento? Y ¿Cómo fijan esa fecha?
R.-
¿Cómo un socio participa en el mantenimiento?
(Con mano de obra;…… cuotas;…, otros;……)

R.-

Descripción del proceso de mantenimiento del sistema

Tipo de mantenimiento	Descripción	Jornales de trabajo	Época de trabajo
Rutinario	……..…… ……..…… ……..	…… ……... ……	…… ……... ……
Preventivo	……..…… ……..…… ……..	…… ……... ……	…… ……... ……
Emergencia	……..…… ……..…… ……..	…… ……... ……	…… ……... ……
Rehabilitación	……..…… ……..…… ……..	…… ……... ……	…… ……... ……

Fuente de agua e infraestructura de riego:

La técnica utilizada para responder a estas cuestionarte será la elaboración de mapas a través del Google Earth:

- Tipo de fuente
- Tipo de captación
- Área de captación
- Distancia entre la fuente y el área de riego
- Longitud de canales, tipo de canales y nombre de canales
- Área de influencia de los canales
- Secciones de los canales
- Conformación del área de riego (aislados, traslapados)
- Disposición de unidades de riego

Distribución de agua:

Diagrama pre diseñado

de entrega	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario

	Continuo mono flujo		Continuo multiflujo		Descontinuo mono flujo		Descontinuo multiflujo					
Modalidad de distribución	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario						
	Turno de fecha y tiempo fijo		Turno de tiempo fijo fecha variable		Turno de tiempo variable							
	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario						
	Turno por orden de ubicación		Turno por anote		Reparto del canal							
Flujo de entrega	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario								
	No cuantificado		Cuantificado									
Duración de entrega	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Grupo						
	Tiempo fijo		Tiempo variable		Tiempo indefinido							
Intervalo de entrega	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario								
	Intervalo fijo		Intervalo variable									
Programación de entrega	Grupo	Usuario	Grupo	Usuario	Grupo	Grupo						
	Fija		Rotativa		Variable							

Anexo N° 2: *Diagnóstico de los sistemas de riego presurizado*

Datos generales:

Fecha: …./…../..…	Responsable: ……..	
comunidad: ……	distrito: ……	Municipio: ……
Nombre del entrevistado: …….…… Edad:……. Cargo:……		

Información básica actual: **Coordenadas:**

X	
Y	
Z	

Nombre del sistema: **……**			Área bajo riego	
Número de usuarios: ……	Fuente(s) de agua: ……	Caudal (l/s): ……	Disponibilidad de agua Alta 8.0 - 1.0 Suficiente 6.0 – 0.8 Baja < 0.6	Calidad de agua: pH…… CE…..
Tipo de sistema actual: …… ……...				
Descripción de la infraestructura del sistema de riego presurizado: …… …… …… ……				
Descripción de la gestión actual de sistema de riego presurizado: …… …… …… …… Qué tipo de cambio ocurrió en la: Organización: ……..……... …… ……...				

Distribución: ……..
……
……
Opresión:……
……
……
Mantenimiento:……..
……
……

Anexo N° 3: *Coeficientes de cultivo kc para valles*

Cultivo	Ciclo Vegetativo	Coeficientes de Cultivo Kc											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Alfalfa	365	0.71	1.09	1.13	0.7	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67
Arveja (seca)	150	0.41	0.78	1.15	1.05	0.8							
Arveja (verde)	120	0.41	0.78	1.15	1.05								
Avena (forrajera)	120	0.38	0.76	1.15	0.6								
Avena (seca)	180	0.42	0.78	0.96	1.15	0.96	0.77	0.4					
Cebolla (verde)	120	0.78	0.91	1.05	1								
Cebolla (cabeza)	180	0.78	0.91	1.05	1.02	1							
Durazno	270	0.55	0.95	1.05	1.15	1.15	1.15	1.1	0.9	0.85			
Flores (tardía)	120	0.35	0.65	0.95	0.82								
Flores (temprana)	90	0.35	0.65	0.95									
Haba (seca)	150	0.43	0.79	1.14	1.03	0.8							
Haba (verde)	120	0.43	0.79	1.14	1.03								
Hortalizas menores	90	0.38	1	0.9									
Maíz (choclo)	150	0.24	0.41	0.8	1.08	1.03							
Maíz (forrajero)	150	0.24	0.41	0.8	1.08								
Maíz (grano)	180	0.24	0.41	0.8	1.08	1.03	0.8						
Manzana	270	0.5	0.75	0.95	1	1	0.95	0.9	0.85	0.7			
Papa (tardía)	180	0.24	0.74	1.02	0.75	0.61	0.48						
Papa (Intermedia)	150	0.24	0.74	1.02	0.75	0.48							
Papa (temprana)	120	0.24	0.74	1.02	0.48								
Tomate (temprana)	120	0.42	0.81	1.2	0.92								
Tomate (tardía)	150	0.42	0.81	1.2	0.92	0.65							
Trigo (grano)	180	0.38	0.76	0.95	1.15	0.87	0.6						
Zanahoria	150	0.41	0.68	0.82	0.97	0.69							

Fuente: CAT PRONAR, (2002

Análisis de requerimientos de agua ETc de cultivos predominantes de la zona de estudio.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
PP efec. (mm)	109,7	88,6	64,8	18,3	1,4	0,5	2,7	2,7	11,1	29,8	39,8	83,3
T max (ºC)	11,7	11,6	11,1	9,2	5,9	3,9	3,4	5,7	7,9	10,3	11,2	11,8
T min (ºC)	24,4	24,6	25,4	26,8	27,0	26,2	25,5	26,5	27,2	28,4	28,3	26,7
ETo (mm/día)	4,7	4,7	5,0	5,6	6,0	6,0	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,3
ETo (mm/mes)	146,3	133,0	155,5	168,5	186,6	179,6	180,7	180,4	172,8	179,9	171,4	163,1
Maíz Kc (mm/día)								0,2	0,4	1,1	1,0	1,0
ETc (mm/día)								1,4	2,4	6,1	5,9	5,4
Papa Kc (mm/día)		0,2	0,7	1,0	0,5							
ETc (mm/día)		1,1	3,7	5,7	2,9							
alfa alfa Kc (mm/día)	1,1	1,1	0,7	1,1	1,2	0,7	0,8	1,1	0,7	0,8	0,7	0,7
ETc (mm/día)	5,1	5,4	3,5	6,4	6,9	4,0	4,8	6,2	3,7	4,8	3,8	3,7
Durazno Kc (mm/día)	1,2	1,2	1,1	0,9	0,9				0,6	1,0	1,1	1,2
ETc (mm/día)	5,4	5,5	5,5	5,1	5,1				3,2	5,5	6,0	6,1
Cebolla Kc (mm/día)						0,8	0,9	1,1	1,0	1,0		
ETc (mm/día)						4,7	5,3	6,1	5,9	5,8		
Zanahoria Kc (mm/día)	0,4	0,7	0,8	1,0	0,1							
ETc (mm/día)	1,9	3,2	4,1	5,4	0,5							

***Fuente**: Elavoracion propia*

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION DE METEOROLOGIA

Estación: TARATA Lat. S.: 17º 36' 31"
Provincia: ESTEBAN ARCE Long. W.: 66º 1' 22"
Departamento: COCHABAMBA Altitud: 2775

PRECIPITACIONES MENSUALES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACIONES (mm)													
1999	139.9	108.8	134	1.2	0	0	0	0	41	53	40.7	73.5	592.1
2000	112.7	78.4	68	13.5	0.5	0	0	4.4	11.9	10.5	23.2	104.7	427.8
2001	187.6	101.5	87.3	5	7	1.5	2	9.5	2	60	12.3	58.6	534.3
2002	44.3	81.3	31.3	29.1	2.5	0	7.8	2.6	2.9	37.6	36	34.8	310.2
2003	104.2	73.7	145.7	2.3	0	0	2.7	2.8	19.6	36.1	17	134.8	538.9
2004	78	78.6	15	27.4	4.5	0	8.4	2.9	11.9	1	48.5	55.4	331.6
2005	79.2	127.3	0	23.3	0.1	0.6	1.3	0	9.1	18.9	72.3	56.5	388.6
2006	133.9	54.8	72.4	36.9	0	1.5	0	0.4	8.6	39.1	43.3	92.1	483
2007	70.7	101.1	32.4	18.6	0.3	0	0	0	5.5	11.7	81.4	117.7	439.4
2008	183.2	41	65	21.6	0.8	1.8	0	0	9.8	51.4	17.3	128.9	520.8
2009	76	128.5	61.9	22.7	0	0	6.9	0	0	8.8	45.3	59	409.1
PROMEDIO	**109.97**	**88.64**	**64.82**	**18.33**	**1.43**	**0.49**	**2.65**	**2.05**	**11.12**	**29.83**	**39.75**	**83.27**	***452.35***

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION DE METEOROLOGIA

Estación: TARATA Lat. S.: 17º 36' 31"
Provincia: ESTEBAN ARCE Long. W.: 66º 1' 22"
Departamento: COCHABAMBA Altitud: 2775

TEMPERATURAS MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima												
1999	24.19	23.46	23.29	25.77	26.30	25.56	24.76	26.45	25.15	26.69	26.34	26.03
2000	23.70	24.08	25.51	27.49	27.98	24.97	24.08	25.98	26.97	27.03	28.11	25.29
2001	22.03	23.06	22.87	26.43	26.18	24.50	25.30	25.74	27.41	28.07	28.63	26.06
2002	26.37	24.71	25.72	26.69	27.19	25.89	23.40	26.68	27.78	27.84	28.32	27.84
2003	25.10	26.18	24.42	27.20	26.92	26.56	25.31	25.46	25.94	27.81	28.67	26.75
2004	23.17	24.40	26.84	27.62	25.54	24.96	24.44	25.50	27.15	28.21	28.82	28.02
2005	25.37	23.11	27.87	27.67	27.72	25.98	25.57	27.32	25.95	26.98	26.96	26.95
2006	23.76	25.91	26.77	26.16	26.94	27.12	27.26	27.25	27.74	29.30	28.97	28.37
2007	27.46	25.94	25.96	28.08	27.55	28.13	25.97	27.89	27.25	28.50	27.58	24.66
2008	22.84	24.92	24.93	26.74	27.10	26.75	27.19	28.00	28.23	28.02	28.75	25.01
2009	24.81	24.82	25.14	25.33	27.77	27.58	27.37	28.75	29.95	31.15	30.61	28.46
Max. Med	**24.44**	**24.60**	**25.39**	**26.84**	**27.02**	**26.18**	**25.51**	**26.82**	**27.23**	**28.14**	**28.34**	**26.68**
Temperatura mínima												
1999	11.25	11.09	11.06	9.36	6.09	3.17	3.85	5.49	7.54	10.08	10.23	11.50
2000	11.35	10.95	11.00	9.13	6.41	3.89	2.57	6.22	7.68	10.41	10.52	11.01
2001	11.16	11.49	10.76	9.18	6.53	4.88	4.25	5.97	8.46	10.31	12.24	11.48
2002	11.95	12.02	11.09	9.78	7.25	5.44	4.82	6.29	8.24	10.54	10.63	12.47
2003	11.79	12.29	10.85	8.84	6.53	3.58	4.04	5.20	6.81	9.30	10.40	11.75
2004	11.56	11.15	11.06	9.83	5.04	3.53	4.61	5.82	7.94	9.70	11.04	11.76
2005	11.50	11.46	11.02	8.95	4.93	3.00	4.21	4.86	7.55	10.16	10.86	11.62
2006	11.15	11.38	11.02	8.91	4.23	3.70	3.02	6.28	7.69	11.32	11.75	12.36
2007	12.73	11.68	11.09	9.53	6.34	4.79	4.26	6.39	9.59	10.65	11.70	11.75
2008	11.83	11.87	10.69	8.61	4.39	3.83	3.21	5.46	7.78	10.67	12.00	12.37
2009	11.88	11.66	11.87	9.44	6.91	2.82	3.69	4.16	7.71	9.69	12.26	12.14
Min. Med	**11.65**	**11.55**	**11.05**	**9.23**	**5.88**	**3.88**	**3.87**	**5.65**	**7.91**	**10.26**	**11.24**	**11.84**
Med. Amb.	**18.04**	**18.07**	**18.22**	**18.03**	**16.45**	**15.03**	**14.69**	**16.23**	**17.57**	**19.20**	**19.79**	**19.26**

Anexo N° 4: *Recalculo del diseño agronómico*

Agua total disponible en el suelo

La determinación de la lámina de riego neta,

$$Lm = \frac{(CC - PMP) * Da * 10}{Dw} = \frac{(24{,}25 - 15.59) * 1.28 * 10}{1} = 110{,}848\ mm$$

Dónde:

- Lm: Lamina de riego neto mm/m
- CC: Capacidad de Campo (% Volumen)
- PMP: Punto de Marchitez Permanente (% Volumen)
- Da: Densidad Aparente gr/cm^3
- Dw: Densidad del agua g/cm3

Agua fácilmente aprovechable

La lámina de agua fácilmente aprovechable por la raíz.

$$Lamz = Lam\ (mm/m) * Z(m) = 110{,}848 * (\tfrac{3}{4} * 0.6) = 49{,}88\ \text{mm}$$

Dónde:

- Lam: Lamina de riego real
- Z: Profundidad efectiva de las raíces (Z=3/4*z) m

Lámina de agua disponible aprovechable a la profundidad efectiva o lámina de riego

$$Ln = \frac{Lamz * Pef}{NR} = \frac{49{,}88 * 45}{80} = 28{,}05$$

- Ln = Lámina neta de agua fácilmente aprovechable
- Lamz = Lámina de agua aprovechable hasta la profundidad efectiva de raíces.
- N.R. = Nivel de reposición o porcentaje de agotamiento permisible del agua
- Pef = Profundidad radicular efectiva

Agua a ser regada para cubrir la Lb.

Para obtener parámetros concretos de la lámina bruta

$$Lb = \frac{Ln\ (mm)}{Ef(\%)/100} = \frac{28{,}05}{0{,}75} = 37{,}4\ \text{mm}$$

Dónde:

- Lb: Lamina bruta
- Ef: Eficiencia de método de riego 75 % riego por aspersión

Intervalo de riego

Pero, antes debemos calcular el intervalo de riego (INT),

$$INT = \frac{Lnr}{ETc} = \frac{37{,}4}{6.11} = 6{,}12\ dias \approx 7\ dias$$

Dónde:

- Lnr: Lamina de riego real
- ETc: Evapotranspiración de cultivos

Anexo N° 5: Perdidas de carga por fricción

Red de riego	Tramo	Descripción	Mater	Long. [m]	D int. Tubería [pulg]	Q [l/s]	Vel. [m/s]	Hf	Pérdidas locales [m]	Pérdidas totales [m]
Línea Fija	A-B	Conducción principal	HDPE	380	3	6,00	1,316	8,59	1,29	9,88
	B-C	Conducción principal2	HDPE	150	2,5	3,00	0,947	2,33	0,47	2,80
	C-D	Conducción principal2	HDPE	80	2	1,50	0,740	1,05	0,21	1,26
	D-E	Conducción principal2	Lona	70	1,5	1,50	1,316	3,72	0,74	4,46
Línea Móvil	E-F	Distribución 1	Lona	60	1,5	1,00	0,877	1,46	0,29	1,75
	F-I	Matriz	Lona	15	1,5	0,50	0,439	0,11	0,02	0,13
	F-I	Matriz	Lona	15	1,5	0,50	0,439	0,11	0,02	0,13
	F-I	Matriz	Lona	15	1,5	0,50	0,439	0,11	0,02	0,13
	F-I	Matriz	Lona	15	1,5	0,50	0,439	0,11	0,02	0,13
	F-I	Matriz	Lona	15	1	0,50	0,439	0,11	0,02	0,13
	I -J	Porta asp	PVC	1,5	1	0,27	0,533	0,03	0,01	0,03
									Total;	**20,84**

- **Fuente:** Esquema utilizado Ortiz 2015

Anexo N° 6: *Planillas de evaluación*

Fecha: ……/…../….	Responsable: ……	
Comunidad: ……	Prov.: ……	Municipio: …….

Datos técnicos:

Fuente de agua:

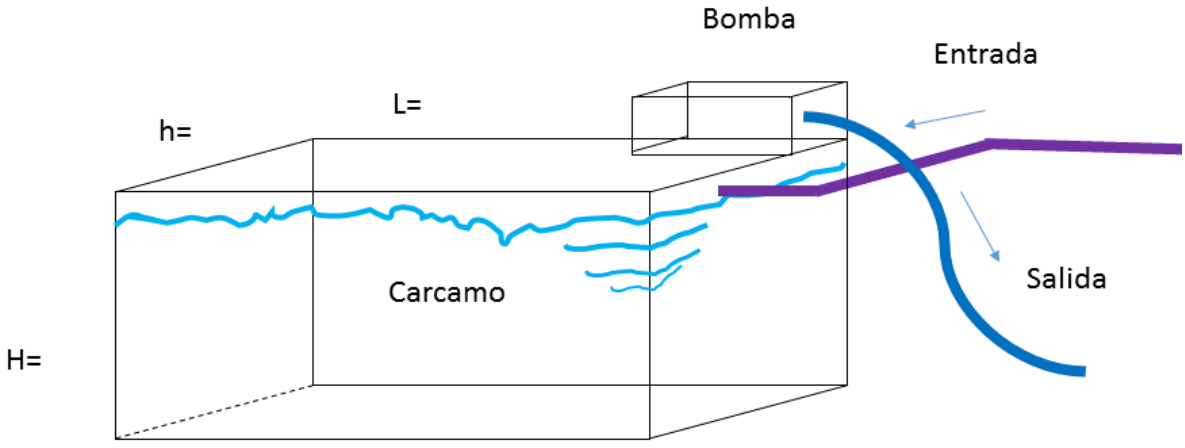
……..

Almacenamiento:

……..

Detalle	Dato	unidad
Prof. del pozo		m
NE		m
ND		m
abatimiento		m
Tipo de bomba		
Potencia de bomba	Hp:	
Distancia de Inst. de bomba		m

Volumen				Tiempo llenado	
h=	L=	l=	Total= m3	Inicio:	Final:
tipo de bomba:				Tiempo vaciado	
Potencia de bomba: hp=				Inicio:	Final:



Prueba con tanque y bomba superficial

	Tanque lleno:……m3	Volumen final…….m3	
Tempo	inicio	final	Desnivel de altura (m)

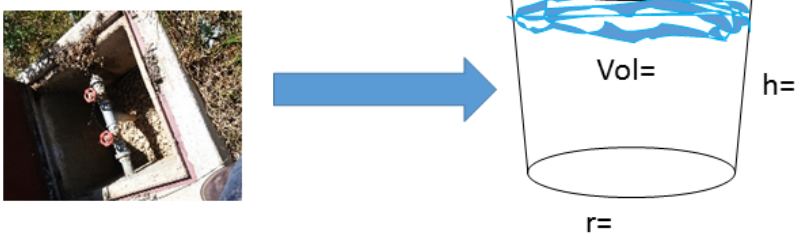
Volumen utilizado por el sistema en función al tiempo

Red principal

N de repet.	Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1			
media			
2			
media			
3			
media			

Determinación de caudal de funcionamiento:

Medición volumétrico:



Prueba en aspersores:

Determinación de presiones:

Parcela # 1

		#1	#2	#3
1° Aspersor	Presión de funcionamiento (bar)			
	Descarga (l/s)			
	Distancia entre aspersores (m.)			
	Ángulo de inclinación del porta-aspersor (%)			
	Marca de los aspersores			
	Ø de las boquillas (mm)	X	X	X
	Tiempo	Inicio…….:…….	Medio…….:……	Final……:……

Parcela # 2

		#1	#2	#3
2° Aspersor	Presión de funcionamiento (bar)			
	Descarga (l/s)			
	Distancia entre aspersores (m.)			
	Ángulo de inclinación del porta-aspersor (%)			
	Marca de los aspersores			
	Ø de las boquillas (mm)	X	X	X
	Tiempo	Inicio…….:…….	Medio…….:……	Final……:……

Parcela # 3

		#1	#2	#3
3° Aspersor	Presión de funcionamiento (bar)			
	Descarga (l/s)			
	Distancia entre aspersores (m.)			
	Ángulo de inclinación del porta-aspersor (%)			
	Marca de los aspersores			
	Ø de las boquillas (mm)	X	X	X

	Tiempo	Inicio…….:…….	Medio…….:……	Final……:……

Determinación de caudales en aspersor

Parcela #1

Parcela #1	Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1			
media			

Parcela # 2

Parcela #1	Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1			
media			

Parcela #3

Parcela #1	Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1			
media			

Anexo N° 7: *Característica de los aspersores*

Aspersores = NAAN 233

5022 Tabla de rendimiento

Precipitación (mm/h) Espaciamiento (m)

Color de boquilla (mm)	P (bar)	Q (m³/h)	D (m)	Espaciamiento (m)				
				10x10	10x12	12x12	12x14	14x14
3.0x1.8 Rojo	2.5	0.760	21.5	7.6	6.3	5.3	4.5	3.9
	3.0	0.840	23.0	8.4	7.0	5.8	5.0	4.3
	3.5	0.900	23.0	9.0	7.5	6.3	5.4	4.6
	4.0	0.970	23.0	9.7	8.1	6.7	5.8	4.9
3.2x1.8 Verde	2.5	0.820	23.5	8.2	6.8	5.7	4.9	4.2
	3.0	0.900	24.0	9.0	7.5	6.3	5.4	4.6
	3.5	0.980	24.0	9.8	8.2	6.8	5.8	5.0
	4.0	1.040	24.0	10.4	8.7	7.2	6.2	5.3
3.5x2.5L Azul	2.5	1.115	24.0	11.2	9.3	7.7	6.6	5.7
	3.0	1.230	24.2	12.3	10.3	8.5	7.3	6.3
	3.5	1.320	24.4	13.2	11.0	9.2	7.9	6.7
	4.0	1.430	24.4	14.3	11.9	9.9	8.5	7.3
4.0x2.5L Negro	2.5	1.300	24.4	13.0	10.8	9.0	7.7	6.6
	3.0	1.455	25.0	14.6	12.1	10.1	8.7	7.4
	3.5	1.575	25.4	15.8	13.1	10.9	9.4	8.0
	4.0	1.680	26.0	16.8	14.0	11.7	10.0	8.6

Código de color – Uniformidad de distribución	CU < 85%	CU 85-88%	CU 88-92%	CU > 92%

* Boquilla standard
Boquilla tracera: verde brillante - 1.8mm; gris - 2.5 mm

Aspersores = NAAN 5022

233B Tabla de rendimiento

Precipitación (mm/h) Espaciamiento (m)

color de rotor	Color de boquilla (mm)	P (bar)	Q (m³/h)	D (m)	Espaciamiento (m)							
					12x12	12x15	12x18	15x15	15x18	18x18	18x20	20x20
Rojo	3.5x2.5L Azul	3.0	1.240	27.0	8.6	6.9	5.7	5.5	4.6	3.8		
		4.0	1.430	29.0	9.9	7.9	6.6	6.4	5.3	4.4		
		5.0	1.620	29.0	11.3	9.0	7.5	7.2	6.0	5.0		
	4.0*x2.5L Negro	3.0	1.490	29.0	10.3	8.3	6.9	6.6	5.5	4.6		
		4.0	1.740	29.0	12.1	9.7	8.1	7.7	6.4	5.4		
		5.0	1.950	29.0	13.5	10.8	9.0	8.7	7.2	6.0		
	4.5x2.5L Marrón	3.0	1.790	30.0	12.4	9.9	8.3	8.0	6.6	5.5	5.0	
		4.0	2.070	31.0	14.4	11.5	9.6	9.2	7.7	6.4	5.8	
		5.0	2.320	32.0	16.1	12.9	10.7	10.3	8.6	7.2	6.4	
Negro	5.0x2.5L Violeta	3.0	2.110	32.0	14.7	11.7	9.8	9.4	7.8	6.5	5.9	5.3
		4.0	2.400	34.0	16.7	13.3	11.1	10.7	8.9	7.4	6.7	6.0
		5.0	2.690	35.0	18.7	14.9	12.5	12.0	10.0	8.3	7.5	6.7
	5.5x2.5L Naranja	3.0	2.390	34.0	16.6	13.3	11.1	10.6	8.9	7.4	6.6	6.0
		4.0	2.760	37.0	19.2	15.3	12.8	12.3	10.2	8.5	7.7	6.9
		5.0	3.090	39.0	21.5	17.2	14.3	13.7	11.4	9.5	8.6	7.7
	6.0x2.5L Rojo	3.0	2.700	37.0	18.8	15.0	12.5	12.0	10.0	8.3	7.5	6.8
		4.0	3.160	37.0	21.9	17.6	14.6	14.0	11.7	9.8	8.8	7.9
		5.0	3.540	40.0	24.6	19.7	16.4	15.7	13.1	10.9	9.8	8.9

Código de color – Uniformidad de distribución	CU < 85%	CU 85-88%	CU 88-92%	CU > 92%

* Boquilla standard. Boquilla tracera: gris - 2.5 L
No cambie boquillas del Grupo de Manguito Rojo al Grupo de Manguito Negro o viceversa

Aspersores = Rain Bird 30 H

Boquilla 30H de bronce de diámetro interior recto con difusor interno (SBN-3V) y corto alcance (LAN-1) (Altura del chorro: 3 m)

BARES @ Boquilla	TAMAÑO DE LA BOQUILLA														
	3,57 mm x 2,38 mm (9/64" x 3/32") 7°			3,97 mm x 2,38 mm (5/32" x 3/32") 7°			4,37 mm x 2,38 mm (11/64" x 3/32") 7°			4,76 mm x 2,38 mm (3/16" x 3/32") 7°			4,76 mm x 3,18 mm (3/16" x 1/8") 20°		
	Rad. (m)	Caudal (lps)	Caudal (m^3/h)	Rad. (m)	Caudal (lps)	Caudal (m^3/h)	Rad. (m)	Caudal (lps)	Caudal (m^3/h)	Rad. (m)	Caudal (lps)	Caudal (m^3/h)	Rad. (m)	Caudal (lps)	Caudal (m^3/h)
1,7	13,0	0,26	0,95	13,4	0,30	1,09	13,9	0,35	1,27	13,9	0,40	1,45	13,9	0,47	1,68
2,0	13,2	0,29	1,03	13,7	0,33	1,18	14,0	0,38	1,36	14,4	0,43	1,56	14,4	0,50	1,81
2,5	13,6	0,31	1,13	14,1	0,37	1,32	14,4	0,42	1,52	15,0	0,48	1,74	15,0	0,56	2,01
3,0	14,0	0,35	1,24	14,5	0,40	1,45	14,8	0,46	1,65	15,7	0,53	1,90	15,7	0,61	2,21
3,5	14,2	0,37	1,35	15,0	0,43	1,55	15,3	0,50	1,80	16,2	0,57	2,06	16,2	0,66	2,38
4,0	14,4	0,40	1,43	15,3	0,46	1,65	15,6	0,53	1,92	16,5	0,61	2,20	16,5	0,71	2,54
4,5	14,6	0,42	1,52	15,6	0,49	1,77	15,9	0,56	2,03	16,8	0,64	2,32	16,8	0,75	2,69
5,0	14,9	0,44	1,60	15,8	0,52	1,86	16,3	0,60	2,15	17,0	0,68	2,46	17,0	0,79	2,84
5,5	15,2	0,47	1,70	16,0	0,55	1,98	16,8	0,63	2,27	17,2	0,73	2,61	17,2	0,83	2,98

Anexo N° 8: *Análisis de costos*

Costo por equipo móvil de riego por aspersión tipo NAAN 233

Cantidad	Unidad	Descripción	P. Unit.	Total
1	Pieza	Terminal móvil H 1 ½	75,00	75,00
3	Pieza	Central porta aspersor 1 ½	130,00	390,00
5	Pieza	Gancho p/porta aspersor de 1 ½	60,00	300,00
1	Pieza	Tapón gancho de 1 ½	60,00	60,00
6	Pieza	Abrazaderas de 1 ½	4,00	24,00
50	Mtr	Manguera de lona plana de 1 ½	18,00	900,00
3	Pieza	Niple reductor de ¾ a 1	18,70	56,10
3	Pieza	Aspersor 233 de ¾	180,00	540,00
3	Pieza	Trípode de simple de ¾ h= 70 cm plegable	120,00	360,00
			total	2.705,10

Costo por equipo móvil de riego por aspersión tipo NAAN 5022

Cantidad	Unidad	Descripción	P.U.	Total
1	Pieza	Terminal móvil H 1 ½	75,00	75,00
4	Pieza	Central porta aspersor 1 ½	130,00	520,00
7	Pieza	Gancho p/porta aspersor de 1 ½	60,00	420,00
1	Pieza	Tapón gancho de 1 ½	60,00	60,00
8	Pieza	Abrazaderas de 1 ½	4,00	32,00
50	Mtr	Manguera de lona plana de 1 ½	18,00	900,00
4	Pieza	Niple reductor de ¾ a 1	18,70	74,80
4	Pieza	Aspersor 5022 de ¾	63,00	252,00
4	Pieza	Copla red PVC-R ¾ a ½	2,80	11,20
4	Pieza	Trípode de simple de ¾ h= 70 cm plegable	120,00	480,00
			total	2.825,00

Costo por equipo móvil de riego por aspersión tipo Wobber Xce

Cantidad	Unidad	Descripción	P. Unit.	Total
1	Pieza	Terminal móvil H 1 ½	75,00	75,00
4	Pieza	Central porta aspersor 1 ½	130,00	780,00
7	Pieza	Gancho p/porta aspersor de 1 ½	60,00	660,00
1	Pieza	Tapón gancho de 1 ½	60,00	60,00
8	Pieza	Abrazaderas de 1 ½	4,00	48,00
50	Mtr	Manguera de lona plana de 1 ½	18,00	900,00
4	Pieza	Niple reductor de ¾ a 1	18,70	112,20
4	Pieza	Aspersor Wobbler Xce ½	79,00	474,00
4	Pieza	Copla red PVC-R ¾ a ½	2,80	16,80
4	Pieza	Trípode de simple de ¾ h= 70 cm plegable	120,00	720,00
			total	. 3.846,00